

JOURNAL

DE

L'ANATOMIE

ET DE

LA PHYSIOLOGIE

NORMALES ET PATHOLOGIQUES

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

SAINT-DENIS. — IMP. DE CH. LAMBERT, 17, RUE DE PARIS.

JOURNAL

DE

L'ANATOMIE

ET DE

LA PHYSIOLOGIE

NORMALES ET PATHOLOGIQUES

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

PUBLIÉ PAR MM.

Charles ROBIN

Membre de l'Institut,
Professeur d'histologie à la Faculté de médecine de Paris,
Membre de l'Académie de médecine,

ET

G. POUCHET

Maître de conférences à l'École normale supérieure.

QUATORZIÈME ANNÉE

1878

PARIS

LIBRAIRIE GERMER BAILLIÈRE ET Cie

108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 108

Au coin de la rue Hautefeuille

—

1878

JOURNAL

DE

L'ANATOMIE

ET DE

LA PHYSIOLOGIE

NORMALES ET PATHOLOGIQUES

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

RECHERCHES

SUR

L'ORIGINE RÉELLE DES NERFS CRANIENS

(Suite. — 4e article.) (1)

Par M. le Dr Mathias DUVAL

PLANCHES I ET II (VII et VIII du mémoire de l'auteur).

Après avoir exposé les origines réelles du facial, du moteur oculaire externe et du trijumeau, étudiées sur des coupes perpendiculaires à l'axe du bulbe, il est indispensable de reprendre cette démonstration sur des coupes longitudinales, c'est-à-dire parallèles à cet axe. Il nous sera ainsi possible de rendre plus évidentes les connexions déjà indiquées, et de montrer combien sont distincts certains noyaux (masticateur et noyau propre du facial) que quelques auteurs croient encore devoir confondre.

Vu les considérations générales que nous avons présentées précédemment sur les nerfs en question, la présente étude pourra se réduire à une explication détaillée des deux planches annexées à ce mémoire : nous n'aurons pas à revenir sur les

(1) Voyez *Journ. de l'Anat. et de la Physiol.*, sept. 1876, p. 496; mars 1877, p. 181; et nov., p. 571.

points de vue historiques et critiques, si ce n'est à propos de quelques détails plus évidents sur ces coupes longitudinales, et grâce auxquels nous pourrons discuter des questions que les coupes transversales laisseraient toujours douteuses.

1° *Coupes sur le bulbe et la protubérance du chat.*

— La planche VII se compose de quatre figures, représentant des coupes longitudinales de la masse bulbo-protubérantielle du chat. Cet coupes ne sauraient être comprises si l'on ne se rend pas, tout d'abord, un compte exact de la direction dans laquelle elles sont pratiquées. Ces coupes vont obliquement, de la partie latérale externe de la surface antérieure du bulbe, vers la partie latérale interne du plancher du quatrième ventricule. Si le lecteur veut bien se reporter à la figure 2 de notre pl. II (septembre 1876) et placer une règle parallèlement à la direction du facial émergeant (fig. 4), il obtiendra, en promenant cette règle parallèlement à la direction indiquée, la direction des quatre coupes en question; en allant de dehors en dedans, il placera la règle en dehors du facial, c'est-à-dire sur la racine bulbaire du trijumeau (6, fig. 2, pl. II), pour les deux premières coupes; et au niveau, puis un peu en dedans du facial, pour les deux coupes suivantes.

A. — Coupes longitudinales montrant le trajet du trijumeau.

La figure 1 du présent mémoire (pl. VII), nous représente donc une coupe longitudinale du bulbe d'avant en arrière et de dehors en dedans : elle passe par la partie la plus externe de la racine bulbaire du trijumeau. La ligne XX correspond au plancher du quatrième ventricule, tandis que en P et B se voient les limites antérieures du bulbe et de la protubérance (B, bulbe ; P, protubérance). En examinant la racine du trijumeau à son émergence, on voit qu'elle se compose de deux parties : la grosse racine (V), et la petite racine (V'). La petite racine ne peut, sur cette figure, être snivie bien loin dans la profondeur de la protubérance, parce qu'elle quitte bientôt le

plan de cette coupe pour se diriger plus en dedans, vers son noyau, que nous trouvons dans la coupe suivante (fig. 2, en M). Au contraire, la grosse racine peut être suivie très-loin en haut et en bas : elle se divise en effet en deux branches, l'une supérieure, plus petite (racine supérieure du trijumeau), l'autre inférieure, plus grosse (racine inférieure ou bulbaire du trijumeau).

La racine supérieure s'incurve en décrivant une courbe à concavité tournée en haut, puis monte sous le plancher du quatrième ventricule. D'après ce que nous avons dit du niveau relativement externe auquel est pratiquée la coupe ici figurée, il est évident que la ligne qui représente ici le plancher du quatrième ventricule, correspond aux limites les plus externes de ce plancher : c'est donc bien la racine supérieure du trijumeau que nous voyons figurée ici en 1, 1, car nous savons que cette racine est placée tout à fait au-dessous des bords latéraux du plancher du ventricule. (Voy. pl. VI, fig. 9 en 4.)

La racine inférieure ou bulbaire du trijumeau se montre sous la forme d'une grosse colonne blanche, descendant parallèlement à l'axe du bulbe, ainsi que nous l'avait du reste démontré l'examen successif d'une série de coupes perpendiculaires à l'axe du bulbe. (Voy. le numéro de novembre 1877.) Ici nous voyons que cette colonne blanche est nettement limitée en avant (en 2), mais qu'en arrière ses limites sont moins nettes, parce que de ce côté elle reçoit une série de fibres nerveuses provenant de la substance gélatineuse (en 3), que nous avons précédemment étudiée comme faisant suite, dans la région bulbaire, à la substance gélatineuse de Rolando (des cornes postérieures de la moelle).

Il est donc impossible, en présence de coupes de ce genre, de ne pas reconnaître l'importance de la racine bulbaire, et sa continuité directe avec la portion sensitive émergente du trijumeau. Cette racine bulbaire a comme épaisseur antéro-postérieur environ 1 millimètre à 1 millimètre 1/2.

La figure 2, représentant une coupe faite dans les mêmes conditions, mais un peu plus en dedans, nous montre les

mêmes dispositions, sauf dans les points suivants : 1° la racine supérieure du trijumeau n'est plus visible dans toute sa continuité : on n'aperçoit ici que la partie inférieure de son anse (en 1, fig. 2), c'est-à-dire qu'on voit seulement la jonction de cette racine avec le tronc sensitif émergent du trijumeau. — En revanche, la racine motrice (nerf masticateur, V' fig. 2) est ici complétement visible depuis son émergence jusqu'à son noyau propre (en M). Ce noyau est bien circonscrit en haut, en arrière et en bas. En avant il donne naissance aux fibres radiculaires : l'existence de ce noyau propre et son indépendance de tout autre noyau moteur est donc non moins évidente sur les coupes longitudinales que sur les coupes transversales.

Avant de passer à la description des figures 3 et 4, qui se rapportent plus spécialement au facial, nous devons indiquer ici, en quelques mots, les résultats des tentatives expérimentales qui viennent démontrer, avec une nouvelle évidence, l'existence et la nature de la racine bulbaire du trijumeau. Nous avons fait ces recherches de vivisection avec notre ami le docteur Laborde, directeur du laboratoire de physiologie de la faculté, et les résultats en ont été exposés dans une série de communications à la Société de biologie (1). Ces recherches ont eu pour point de départ le fait suivant : au cours d'expériences sur les troubles produits par les lésions des noyaux moteurs oculaires, M. Laborde constata que, dans certains cas, les lésions ayant porté sur les parties latérales et inférieures du bulbe, l'animal (chien ou lapin) avait présenté des troubles trophiques du côté de l'œil : injection puis suppuration de la conjonctive, opacité de la cornée. Nous pensâmes aussitôt qu'il s'agissait dans ces cas de lésions de la racine bulbaire du trijumeau. Ayant alors repris ces recherches, en nous efforçant d'aller atteindre cette racine bulbaire, dont nous connaissions avec précision le trajet, grâce à nos nombreuses études anatomiques sur ce sujet, nous sommes parvenus, un grand nombre de fois, à la sectionner, sans produire de lésions du bulbe assez éten-

(1) Voy. *Société de biologie*, octobre et novembre 1877.

dues pour amener la mort rapide de l'animal. Dans ces circonstances, nous avons observé des phénomènes *immédiats* et des phénomènes *consécutifs*.

Les *phénomènes immédiats* sont l'insensibilité du côté de la face correspondant au côté lésé dans le bulbe : c'est la sensibilité de la cornée que nous interrogeons de préférence, et, dans tous les cas, nous avons constaté que la sensibilité de la cornée était absolument abolie immédiatement après l'opération. Ces faits ne sont pas entièrement nouveaux : Vulpian en avait été témoin dans ses expériences sur le bulbe rachidien. « Le bulbe rachidien, dit-il (1), a une influence toute spéciale sur la sensibilité de la face, ce qui s'explique facilement, lorsqu'on sait qu'il donne naissance à une partie très-importante du trijumeau, c'est-à-dire à la racine descendante de ce nerf, ou racine de Rolando. Lorsqu'on coupe transversalement une moitié du bulbe rachidien, on produit une paralysie de la sensibilité de la moitié correspondante de la face. » Puis le même auteur ajoute, en note : « Lorsqu'on se contente de couper, sur un chien, le faisceau du bulbe qui est constitué par la racine descendante du trijumeau, on ne produit qu'un affaiblissement peu marqué de la sensibilité du côté correspondant de la face. C'est que ce faisceau, à l'endroit où on le coupe, au niveau ou en arrière du sommet de l'angle postérieur du quatrième ventricule, est bien loin de contenir encore toutes les fibres radiculaires du nerf, etc. »

Mais, si le fait de la perte plus ou moins complète de la sensibilité, comme résultat immédiat de la section intra-bulbaire du trijumeau, est un fait déjà connu, il n'en est pas de même des *phénomènes consécutifs* à cette section. Dès le lendemain de l'opération, l'œil du côté correspondant présente une conjonctive très-injectée et une cornée qui a perdu son poli : bientôt la cornée devient opaque, et une sorte de fonte purulente plus ou moins étendue et plus ou moins profonde ne tarde pas à se produire. Ces phénomènes se présentent aussi bien chez le lapin que chez le chien.

(1) *Leçons sur la physiologie du système nerveux*, p. 510.

On sait que Magendie, puis Cl. Bernard, appelèrent l'attention des physiologistes sur les troubles trophiques qui se manifestent du côté de l'œil à la suite de la section du trijumeau pratiquée au delà du ganglion de Gasser (entre ce ganglion et la phériphérie). On fut tenté tout d'abord de considérer ce ganglion comme le centre auquel le trijumeau empruntait ses propriétés trophiques. C'est alors que Cl. Bernard opéra la section de ce nerf en deça du ganglion, c'est-à-dire entre le ganglion et l'émergence du nerf; les troubles du côté de la nutrition de l'œil se produisirent comme dans les premières expériences, d'où il fallut absolument conclure que le trijumeau contenait ces fibres trophiques dès sa sortie de la protubérance, c'est-à-dire qu'il fallait chercher, non dans un ganglion, mais dans l'axe céphalo-rachidien, le centre correspondant à ces fibres. (Par fibres trophiques, nous entendons, pour le cas spécial, et sans entrer nullement dans la question si controversée des nerfs trophiques, des nerfs dont la section produit, par un mécanisme inconnu, des troubles de nutrition du globe oculaire et de ses annexes.)

En montrant que la section de la racine bulbaire du trijumeau produit ces mêmes troubles trophiques, nous sommes sur la voie qui doit nous conduire à trouver les centres correspondants. Ces centres sont dans le bulbe, ou plus bas, vers la partie supérieure de la moelle cervicale. Nous avons commencé sur ce sujet une série d'expériences, dont les résultats sont encore trop incomplets pour pouvoir être formulés ici. Disons seulement que, si l'anatomie ne nous permet pas de suivre la racine bulbaire du trijumeau plus bas que le tubercule cendré de Rolando, la vivisection nous permettra peut-être de descendre jusque dans la moelle cervicale, sinon avec les fibres sensitives, au moins avec les fibres trophiques du trijumeau. Or, du moment que nous avançons ainsi de haut en bas dans la moelle cervicale, il ne faut pas oublier que nous allons à la rencontre du centre dit *cilio-spinal*, lequel envoie aussi à l'œil, par une autre voie que la moelle, le bulbe et le trijumeau (par le cordon sympathique) des fibres nombreuses, connus surtout par leurs

fonctions vaso-motrices et pupillaires. L'importance de ce rapprochement ne saurait nous échapper; et elle nous engage à poursuivre des recherches de vivisection qui, en confirmant et complétant les données de l'anatomie pure, nous amèneront peut-être à constater des connections entre le centre des nerfs vaso-moteurs et pupillaires de l'œil et celui des nerfs trophiques du même organe.

Disons encore que, chez les animaux ainsi opérés, l'œil n'est pas le seul organe qui présente des troubles trophiques : notre ami le Dr Gellé, dont la compétence est bien connue pour tout ce qui concerne l'appareil auditif, a bien voulu examiner les oreilles de nos animaux : il a trouvé des altérations de la muqueuse du tympan (1).

B. — Coupes longitudinales montrant l'ensemble du trajet du facial.

Les coupes transversales, en nous permettant de reconstruire couche par couche le trajet du facial dans le bulbe et la protubérance, nous ont montré que ce trajet affectait une forme courbe, comparable à une sorte de fer à cheval, avec une branche supérieure et inférieure relativement longues, et une branche moyenne très-courte. D'après ce que nous avons dit de la direction de nos coupes longitudinales, il est évident que la coupe succédant (de dehors au dedans) à celle représentée pl. VII, fig. 2 doit arriver sur ce fer à cheval. Mais, si le lecteur veut bien se reporter à notre planche II (septembre 1876), il lui sera facile, en comparant les figures 2 et 4, de constater que ce fer à cheval est un peu *gauche*, c'est-à-dire que sa branche supérieure (fig. 2) est un peu plus en dehors que sa branche inférieure (fig. 4.). Il est donc impossible, sur une coupe longitudinale, parallèle à l'axe du bulbe, d'obtenir à la fois ces deux branches : la première coupe (en allant de dehors en dedans) donne la branche supérieure et la branche courte intermédiaire (fasciculus teres.) ; la seconde coupe (plus interne)

(1) Gellé : *Communication à la Société de biologie*, 1er décembre 1877.

donne cette branche courte intermédiaire et la branche inférieure. C'est ce que représentent successivement les figures 3 et 4 de la planche VII.

Dans la figure 3, nous voyons d'abord en V les fibres les plus internes du trijumeau, encore effleuré par la coupe au niveau de son émergence. Immédiatement au-dessous, on aperçoit (en VII) le facial émergent. On sait, en effet, que, chez le chien, le chat, le lapin, le facial et le trijumeau sont presque contigus à leur émergence. En suivant le facial dans la profondeur du centre nerveux, on le voit se diriger vers le plancher du 4e ventricule, en décrivant une légère courbe à concavité supérieure : telle est la branche supérieure du fer à cheval (en 1). Arrivée au-dessous du plancher du 4e ventricule, cette branche se recourbe verticalement en bas (en 2) et constitue le *fasciculus teres*, au devant et dans la concavité duquel est placé le *noyau moteur oculaire externe* (6.). Puis, après un trajet court, et très-exactement mesurable sur ces coupes (2 millimètres environ), ce fasciculus teres, ou branche moyenne du fer à cheval, se recourbe en avant ; mais aussitôt après ce recourbement, il devient impossible de suivre plus loin la branche inférieure, obliquement sectionnée dès son origine, parce qu'elle se porte plus en dedans.

C'est sur la coupe faite un peu plus en dedans, c'est-à-dire plus profondément que la précédente, que cette branche inférieure (3, fig. 4.), devient visible : le fasciculus teres (2) est ici encore visible, effleuré par la coupe dans sa partie la plus interne : à sa partie supérieure, on ne fait plus qu'entrevoir sa connexion avec la branche supérieure du fer à cheval, si évidente dans la figure précédente ; mais à sa partie inférieure, on voit ce fasciculus se continuer directement et en entier avec les faisceaux à direction horizontale figurés en 3 (fig. 4). Ces faisceaux, branche inférieure de l'anse du facial, se dirigent en avant, en s'épanouissant légèrement, et vont se perdre dans un noyau volumineux placé au-dessous des couches antérieures de la région bulbo-protubérantielle. Ce noyau (fig. en 4) est le *noyau propre* du facial : il est bien limité en tous sens, en haut,

en bas, en avant, excepté en arrière, où il est en connexion avec les fibres radiculaires. Il est en haut en rapport avec *l'olive supérieure* (O. S.).

Il est inutile d'insister ici sur le complément de démonstration que les coupes en question donnent à l'existence du noyau propre du facial, et aux rapports du trajet en anse du facial avec le noyau moteur oculaire externe. Mais, en rapprochant la figure 2 de la fig. 4, il sera important d'étudier comparativement le noyau propre du facial (4, fig. 4.) et le noyau masticateur du trijumeau. On verra ainsi que le premier est situé plus en bas et plus en avant que le second (M, fig. 2.) ; qu'aucune connexion directe n'existe entre ces deux noyaux, et qu'ils forment enfin des masses bien distinctes, affectées, l'une exclusivement au facial, l'autre exclusivement à la racine motrice du trijumeau. Il n'y a donc plus, comme nous l'avons dit dans un précédent mémoire, de raison de donner au noyau 4 (fig. 4.) le nom de noyau commun du facial et du masticateur, ni au noyau M (fig. 2.) le nom du noyau moteur supérieur du trijumeau, puisqu'en définitive il n'y a pas de noyau moteur inférieur pour ce nerf.

2° *Coupes sur le bulbe et la protubérance de l'homme.*

Si le trajet du facial dans le bulbe représente chez le chat une sorte de fer à cheval un peu *gauche*, c'est-à-dire dont les deux branches extrêmes ne sont pas contenues dans le même plan, cette même disposition, mais avec un grand nombre de complications nouvelles, se trouve réalisée pour le facial de l'homme, et rend très-difficile l'interprétatiou des coupes faites parallèlement à l'axe du bulbe, et selon un plan oblique d'avant en arrière et de dehors en dedans.

Nous avonc donc préféré représenter ici une série de coupes longitudinales faites parallèlement au plancher du 4e ventricule, ou, en d'autres termes, selon un plan longitudinal perpendiculaire à celui du raphé. Telles sont les coupes représentées dans la planche VIII. Les deux premières sont encore assez superficielles pour n'avoir entamé que les parties latérales du plancher, sans toucher à la partie médiane, la plus profonde, du quatrième

ventricule; il en résulte que la coupe présente à sa partie centrale un long vide, correspondant à cette partie médiane du plancher. Ces deux premières figures sont très-propres à la démonstration du genou du facial, et des rapports de ce genou avec les noyaux plus ou moins voisins. — Les deux coupes suivantes (fig. 3 et 4, pl. VIII.), faites plus profondément, toujours dans la même direction, ont passé au-dessous du plancher du 4e ventricule, et elles ont porté sur le raphé (R, R, fig. 3 et 4, pl. VIII). Ces deux dernières figures, tout en montrant encore le trajet des deux branches de la boucle faciale et le noyau propre du facial, sont plus spécialement propres à l'étude du noyau masticateur et de l'ensemble de la racine bulbaire du trijumeau.

A. — Coupes longitudinales montrant l'ensemble du facial (fig. 1 et 2, pl. VIII) : — du noyau propre du facial dans la paralysie glosso-labio-laryngée.

Sur la figure 1, il est facile de reconnaître en XX les deux lignes latérales selon lesquelles la coupe a entamé le plancher du 4e ventricule, sans toucher à sa partie médiane la plus profonde. Il est donc facile de s'orienter sur cette figure, dont l'aspect général reproduit la silhouette de la masse bulbo-protubérantielle vue par sa face postérieure : en B, sont les limites naturelles du bulbe ; en P, les limites artificielles de la protubérance, les pédoncules cérébelleux moyens étant sectionnés à leur entrée dans le cervelet.

Si donc nous suivons sur cette coupe les parties qui se montrent échelonnées de haut en bas (à partir de X, X), le long de la section du plancher du 4e ventricule, nous trouvons successivement :

1° En 1 un amas clair-semé de cellules assez volumineuses et pigmentées, donnant naissance à une série de fibres qui descendent obliquement en bas et en dehors (2). Ces fibres représentent les *fibres radiculaires moyennes* du trijumeau (voy. ci-dessus, p. 579, novembre 1877), et les cellules en question appartiennent à la *substancia ferruginea* (*locus cœruleus* des auteurs). On

voit donc que cette substance s'étend non-seulement transversalement sur le plancher du quatrième ventricule (fig. 10, pl. VI), mais qu'elle remonte encore en haut à 4 ou 5 millimètres au-dessus du plan de l'émergence du trijumeau. — En comparant cette figure 1 de la pl. VIII avec la figure 10 de la pl. VI, il sera facile de se convaincre que les parties que nous venons de décrire appartiennent bien à la racine moyenne du trijumeau, et non, comme pourrait le faire penser un examen superficiel, à la racine supérieure (4, fig. 10, pl. VI) de ce nerf.

2° En 7, 3, 7', nous apercevons un fort cordon blanc, recourbé en C, ou en fer à cheval, avec une convexité interne. On reconnaît immédiatement, dans le faisceau 3, le fasciculus teres, un peu mince, parce qu'il n'est pas coupé ici dans sa plus grande épaisseur. En haut, ce fasciculus est en continuité directe avec la branche supérieure (7) du trajet facial (comparer avec la fig. 1, pl. III); en bas, il est en continuité *non moins directe* avec la branche inférieure (7') du trajet facial (comparer avec la fig. 3 de la pl. IV). Dans la concavité de ce genou se trouve le noyau du moteur oculaire externe (6), et on constate que ce noyau fournit des fibres au facial, fibres qui vont rejoindre par un très-court trajet et le fasciculus teres et la branche supérieure de l'anse.

3° A un niveau plus inférieur, et dans une étendue relativement considérable (6 à 7 millimètres), on trouve une série de petits noyaux, renfermant des cellules de très-petites dimensions (8, 8, 8). Ces noyaux appartiennent au nerf acoustique, et les fibres qui s'en détachent, et disparaissent après un très-court trajet (elles sortent du plan de la coupe), ne sont autre chose que des *barbes du calamus scriptorius*.

4° Enfin nous trouvons (en 12, 12), de chaque côté du raphé bulbaire (X'), deux longues et grosses colonnes de substance grise remarquable par ses belles cellules multipolaires : ces colonnes ne sont autre chose que le noyau du grand hypoglosse droit et gauche, noyau dont l'ensemble est vu ici sur une coupe longitudinale, sous la forme d'une colonne, ou plutôt d'une massue à grosse extrémité tournée en haut. Cette

extrémité supérieure de la colonne grise de l'hypoglosse est très-nettement circonscrite par un bord plus ou moins arrondi.

Nous pouvons donc dès maintenant, à l'aide de cette figure, confirmer ce que nous avaient déjà montré les coupes transversales perpendiculaires à l'axe du bulbe, à savoir qu'il n'y a aucune connexion entre le fasciculus teres du facial et le noyau hypoglosse ; que ces deux parties sont séparées par un intervalle considérable, dans lequel on ne trouve pas de cellules volumineuses multipolaires dites cellules motrices, mais seulement des noyaux irrégulièrement disséminés, formés de cellules très-petites, et appartenant au nerf acoustique.

La figure 2 (pl. VIII) confirme toutes ces déductions : ici la coupe passe un peu plus profondément : c'est pourquoi l'espace vide médian, correspondant à la partie centrale la plus profonde du plancher du ventricule, est considérablement diminué. En examinant, dans le même ordre que précédemment, les parties qui ont ci-dessus attiré notre attention, nous reconnaissons : — 1°, en 2, les racines moyennes du trijumeau, arrivées plus en avant au contact de la portion principale de ce nerf : au-dessus de ces racines moyennes apparaît déjà (en 5) le noyau masticateur ; — 2°, en 7, 3, 7', le trajet facial, plus étendu que précédemment, le fasciculus étant plus largement atteint par la coupe, ainsi que la branche supérieure à laquelle il se rattache ; — 3°, en 8, 8, les petits noyaux des *barbes du calamus* (nerf acoustique) ; — 4° et enfin, en 12, 12, les grosses colonnes grises des hypoglosses.

Si maintenant nous passons à l'étude des coupes qui, menées au-dessous du plancher du ventricule, ont sectionné longitudinalement le raphé, nous ne trouverons plus sur ces préparations les noyaux susindiqués, mais seulement les fibres radiculaires partant de ces noyaux : ces fibres seront coupées perpendiculairement, ou un peu obliquement, comme il est facile de le comprendre en promenant une règle parallèlement au plancher du quatrième ventricule sur les figures 1, 2, 3, 4 des pl. III et IV. Mais, par contre, nous trouverons de nouveaux noyaux,

celui du masticateur (déjà aperçu dans la fig. 2, pl. VIII) et le noyau propre du facial.

C'est ainsi que dans la figure 3, la branche supérieure du facial (VII, facial émergent) est coupée à peu près perpendiculaire, et se montre sous la forme d'un faisceau très-nettement circonscrit, un peu aplati de dehors en dedans : au-dessous et un peu en dedans de lui (en 7'), on aperçoit des fibres nerveuses obliquement sectionnées, et qui ne sont autre chose que les faisceaux de l'anse inférieure du facial se dirigeant vers le noyau propre de ce nerf (1) : la distance verticale qui sépare ces deux parties (VII et 7', fig. 3) est environ de 3 millimètres, c'est-à-dire égale à la longueur du bord interne du fasciculus teres. — Plus bas, de chaque côté du raphé, nous voyons, étagés en séries verticales, de petits faisceaux coupés bien perpendiculairement à leur axe : ce sont les racines des hypoglosses (12, 12).

Dans la figure 4, nous retrouvons exactement les mêmes parties, avec les seules différences suivantes : 1° les fibres inférieures de l'anse du facial (7'), arrivent directement dans le noyau propre de ce nerf et s'y terminent (en 4) ; 2° ces fibres, ou ce noyau, qui prend ici leur place, est plus rapproché que précédemment de la branche supérieure (VII) du facial : c'est que, ainsi que nous l'avons dit précédemment (et comme le montrent les figures 1 et 2 de la pl. III), la branche supérieure du facial, à mesure qu'elle approche de son lieu d'émergence, s'incline légèrement en bas ; c'est donc elle qui s'est rapprochée de la branche inférieure, ainsi qu'on peut s'en convaincre en comparant sur les figures 3 et 4 son niveau par rapport aux racines du moteur oculaire externe.

Ayant ainsi suivi, sur les animaux et sur l'homme, le trajet du facial et ses rapports avec ses deux noyaux, l'un propre, l'autre commun avec le nerf moteur oculaire externe ; ayant contrôlé, par des coupes longitudinales, les résultats observés sur des coupes transversales, relativement au noyau propre du facial et à son mode d'union avec ce que nous appelons le *fasci-*

(1) Ce détail n'a pas été rendu d'une manière heureuse dans la planche lithographique.

culus teres, nous sommes en mesure d'affirmer, au nom de l'anatomie, que ce noyau est bien le véritable et le seul noyau inférieur du facial. Il faut donc modifier les notions jusqu'à présent admises par la plupart des auteurs français qui se sont occupés de la recherche de ce noyau, notamment à propos de la physiologie pathologique de la paralysie glosso-labio-laryngée. Cette modification, nous sommes en mesure de la faire de la manière la plus complète, puisqu'il nous a été donné récemment de constater l'état des noyaux du facial dans un cas de paralysie glosso-labio-laryngée. Pour bien faire ressortir la valeur de ce dernier fait, il sera nécessaire de rappeler en quelques mots l'historique de la question.

Après les travaux de Vulpian, de Stilling et même de Deiters, le facial n'avait été suivi d'une manière positive que jusqu'au noyau qui lui est commun avec le moteur oculaire externe : les auteurs cités décrivaient l'anse, le genou, la boucle que le facial décrit auteur de ce noyau ; mais ils n'avaient pas suivi au delà les fibres radiculaires. *Le noyau commun au facial et au moteur oculaire externe était le seul noyau connu du facial.*

A cette époque, Duchenne (de Boulogne) décrivit l'affection connue depuis sous le nom de paralysie glosso-labio-laryngée. Il montra que, dans cette paralysie, le facial est atteint, mais d'une manière particulière : les muscles supérieurs de la face, l'orbiculaire des paupières, ainsi que du reste les muscles du globe oculaire, ne sont pas paralysés : ceux de la moitié inférieure de la face, au contraire, et notamment l'orbiculaire des lèvres, ne se contractent plus. Ce tableau clinique divisait le facial, quant à ses fonctions, en deux parties : le *facial supérieur,* demeuré intact, et le *facial inférieur*, frappé de paralysie. Par suite, on était amené à considérer le facial supérieur comme provenant du noyau du moteur oculaire, lequel avait également conservé ses fonctions, et à supposer que le facial dit inférieur provenait d'un autre noyau inconnu. Comme la paralysie de ce facial inférieur se produisait consécutivement à celle de l'hypoglosse, Duchenne émit l'hypothèse qu'il fallait chercher

ce noyau dans le voisinage de la colonne grise de la douzième paire. Ajoutons que les recherches d'anatomie pathologique montrèrent que, dans la paralysie glosso-labio-laryngée, la lésion bulbaire consiste en une atrophie des cellules du noyau des hypoglosses, tandis que le noyau moteur oculaire externe (et facial supérieur) demeure indemne. Il fallait donc chercher un noyau propre du facial inférieur, et, *a priori*, rien n'était plus acceptable que d'aller le chercher plus bas dans le bulbe, vers la partie supérieure de l'hypoglosse.

En effet, « Clarke, dit Coyne (1), adopta ces idées avec un certain enthousiasme, et ne tarda pas à décrire, dans le bulbe inférieur et tout près du noyau de l'hypoglosse, un petit noyau remontant jusqu'au-dessous du noyau commun au facial supérieur et à l'oculo-moteur externe, et qu'il considéra comme le noyau inférieur du facial. Il pensait que de ce noyau partaient des fibres ascendantes qui se réunissaient sur le côté interne et postérieur du noyau commun du facial et de l'abducens, pour former ce petit faisceau arrondi de tube nerveux (2) qu'on rencontre dans cette région — Sur la foi de Duchenne et de Clarke, M. Charcot se rangea à cette manière de voir, et dans les leçons qu'il fit à la Salpêtrière dans les cinq dernières années, dans celles qu'il fit à la Faculté de médecine, il considéra le noyau décrit par Clarke comme le véritable noyau du facial. »

Mais nous savons aujourd'hui que ce que Clarke a ainsi décrit sous le nom de *noyau du fasciculus teres* n'est autre chose que les petits noyaux que nous avons représentés en 8, 8 (fig. 1 et 2 pl. VIII), et que ces petits noyaux appartiennent à l'acoustique. Dans un travail récent sur le nerf acoustique, M. Pierret arrive à ce sujet aux mêmes résultats, et, énumérant les diverses origines de la huitième paire, parle de « celles qui nous paraissent, dit-il, avoir été méconnues par la plupart des auteurs, et qui, se faisant par l'intermédiaire des barbes du cala-

(1) Coyne, article *Nerf facial* (*Dict. encyclop. des sciences médicales* 1877).
(2) Notre *fasciculus teres.*

mus scriptorius, correspondent à de petits noyaux variables en nombre et en volume, échelonnés le long du sillon médian du bulbe... L'amas ganglionnaire connu sous le nom de *fasciculus teres* (1), nous paraît rentrer dans cette catégorie, ainsi, d'ailleurs, que cela est figuré par Henle dans son traité d'anatomie (2). »

D'autre part, dans le cas de paralysie glosso-labio-laryngée, si on constatait l'atrophie et la disparition des cellules du noyau du grand hypoglosse, on ne constatait rien de semblable pour les petites cellules de ces noyaux disséminés attribués à tort au facial.

Il fallait donc chercher ailleurs ce noyau inférieur du facial : les résultats des recherches anatomiques pures, avec les travaux de Meynert, de Huguenin, de Stieda, et nos propres recherches, en tout confirmatives des précédentes, nous montrent clairement où se trouve ce noyau, et comment il est uni au *fasciculus teres* par ce que nous avons appelé la branche inférieure de l'anse du facial. — Mais les anatomo-pathologistes, rapportant toujours leurs idées à la paralysie glosso-labio-laryngée, point de départ de leurs études sur ce sujet, pouvaient hésiter à se rendre, tant que l'on n'aurait pas montré, dans cette affection, ce noyau propre atteint, le noyau commun restant parfaitement sain. Ce desideratum est catégoriquement exprimé par Coyne, dans l'article cité, et nous tenons à reproduire ici ses propres expressions, tout en prévenant le lecteur que cet auteur désigne notre noyau propre du facial sous le nom de noyau masticateur (ou noyau commun au facial et au masticateur) d'après une erreur très-répondue, et sur laquelle nous reviendrons dans un instant : « Il s'agit de démontrer maintenant, dit Coyne, si le noyau facial inférieur est situé, comme le veut Clarke, dans le *fasciculus teres*, ou s'il se confond, ainsi que le soutient Meynert, avec celui du masticateur. M. Charcot constate la destruction des cellules d'origine de l'hypoglosse dans la paralysie

(1) Il s'agit ici du *fasciculus teres de Clarke.*

(2) A. Pierret : *Symptômes auditifs du tabes* (*Revue mensuelle de méd. et de chirurg.*, février 1877, p. 105.)

glosso-labio-laryngée, tandis que les cellules du *fasciculus teres* (de Clarke), ne se sont jamais montrées manifestement altérées; elles étaient saines dans un cas qui a été étudié avec M. Joffroy par M. Charcot. Peut-être, dans un cas analogue, sera-t-il possible de reconnaître une altération des cellules du noyau masticateur ; mais cette constatation, qui confirmerait l'assertion de Meynert, n'a pas été faite jusqu'ici... Il manque donc à cette théorie la démonstration anatomo-pathologique (1). »

Or, c'est cette confirmation anatomo-pathologique que nous venons annoncer aujourd'hui. Notre excellent ami le docteur Raymond nous ayant confié le bulbe et la protubérance d'un sujet qui avait succombé à une paralysie glosso-labio-laryngie de forme tout à fait classique, nous avons pu en pratiquer un examen complet, en débitant ces parties en une série non interrompue de coupes transversales. Cette observation clinique et tous ces détails d'anatomie pathologique (avec examen des muscles de la langue, du cou, etc.) seront l'objet d'un mémoire complet que nous préparons avec le docteur Raymond. Nous nous contenterons d'indiquer ici en quelques mots les faits qui se rapportent le plus directement à l'étude du facial, tels du reste que nous les avons communiqués récemment à la Société de biologie (2) :

Sur ce sujet le noyau de l'hypoglosse présentait une atrophie telle de ses cellules, qu'à peine pouvait-on retrouver quelques rares traces de ces éléments anatomiques, réduits à une petite masse arrondie fortement pigmentée. — Le noyau commun au facial et au moteur oculaire externe, était remarquablement intact. Par contre, ce que nous appelons le *noyau propre* du facial (facial inférieur), présentait un degré d'atrophie presque aussi considérable que celui de l'hypoglosse; — quant aux noyaux acoustiques des barbes du calamus, ils se présentent sur ces pièces avec une telle netteté, et un si complet degré de conservation, que ces préparations seront bientôt pour nous les piè-

(1) *Op. cit.*, p. 118.
(2) Société de biologie, séance du 1er décembre 1877.

ces les plus démonstratives pour l'étude des origines du nerf acoustique.

B. — Coupes longitudinales montrant l'ensemble du nerf trijumeau.

La série des figures 2, 3, 4 de la planche VIII nous montre les diverses parties afférentes à la racine bulbaire et à la racine masticatrice du trijumeau. Ces parties, déjà rapidement indiquées à propos du facial, ne nécessitent plus de notre part que quelques courtes explications :

1° Quant à la *racine bulbaire,* elle est représentée en V, V, figures 3 et 4, d'une manière assez nette pour que nous n'ayons pas à y revenir, si le lecteur veut bien se reporter à ce que nous avons décrit chez le chat, d'après les figures de la planche VII.

2° Le faisceau représenté en 2 (fig. 1, 2, 3), est la racine moyenne (sensitive) du trijumeau, provenant des cellules qui occupent le plancher du ventricule au niveau et quelques millimètres au-dessus de l'émergence de la cinquième paire.

3° Le noyau moteur du trijumeau (nerf masticateur), est visible en 5 (fig. 2 et 3) : il est situé au-dessus de la branche supérieure de l'anse du facial ; il est bien circonscrit et indépendant de toute autre masse grise.

C'est sur ce noyau et sur son indépendance avec le noyau propre du facial que nous devons insister en terminant.

Nous avons dit précédemment (1) comment Stilling avait été amené à donner au trijumeau deux noyaux moteurs : l'un supérieur (celui qui est ici en question), l'autre inférieur (qui n'est autre chose que le noyau propre du facial). Aujourd'hui, presque tous les auteurs n'ont pu se dégager complétement des idées de Stilling, et considèrent encore le noyau propre du facial comme appartenant en partie à ce nerf et en partie au trijumeau. En citant ci-dessus quelques lignes de Coyne (art. FACIAL du *Dict. encyclopédique*), nous avons dû mettre le lecteur en garde contre cette dénomination erronée de noyau commun du facial et du masticateur. Dans une bonne figure,

(1) Voy. numéro de novembre 1877, p. 585.

qu'il consacre à la démonstration des origines de l'acoustique, Pierret représente très-nettement le noyau propre du facial; mais, dans sa légende, il le désigne encore sous le nom de *noyau commun du facial inférieur et du nerf masticateur* (1).

Nous croyons, comme nous l'avons déjà fait remarquer pour le bulbe et la protubérance du chat, que les figures des coupes longitudinales du bulbe de l'homme, telles que celles de notre planche VIII, sont on ne peut plus propres à faire établir une parfaite distinction entre le noyau propre du facial et le noyau masticateur : aucune connexion n'existe entre ces deux masses grises dans le sens vertical; de plus, l'une, le noyau masticateur, est placée plus près du plancher du 4e ventricule (puisque ce noyau apparaît déjà dans la (fig. 2) ; et l'autre, le noyau propre du facial, est placé plus près de la face antérieure du bulbe, puisque ce noyau apparaît seulement sur la figure 3, et ne présente son entier développement que sur la figure 4.

Nous ajouterons, mais en l'indiquant seulement, que nous possédons aussi pour le noyau masticateur toutes les préparations nécessaires pour démontrer qu'il peut être atteint dans la paralysie glosso-labio-laryngée.

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE I (NERFS CRANIENS, PL. VII.)

Coupes longitudinales du bulbe et de la protubérance du chat. — Grossissement : 7 fois.

FIG. 1. — X, X, ligne du plancher du quatrième ventricule ; — P, partie antéro-latérale de la protubérance ; — B, partie anto-latérale du bulbe ; — V, V, racine bulbaire du trijumeau ; — V', racine motrice du trijumeau ; — 3, substance gélatineuse ; — 1, 1, racine supérieure du trijumeau ; — A, racines acoustiques coupées perpendiculairement.

(1) A. Pierret : *Symptômes auditifs du tabes* (*Revue mensuelle*, février 1877, p. 104, fig. 12, en T'.)

Fig. 2. — X,X; P, B; V, V, V'; A, 3, comme dans la figure précédente; — M, noyau masticateur.

Fig. 3. — XX, P, etc., comme ci-dessus; — VII, le facial à son émergence; — 1, la branche supérieure de son anse; — 2, la branche moyenne (*fasciculus teres*); — 3, commencement de sa branche inférieure; — 6, noyau du moteur oculaire externe.

Fif. 4. — Mêmes lettres que dans la figure 3: seulement la branche supérieure [1] de l'anse du facial n'est plus visible qu'â sa jonction avec le fasciculus teıes [2], tandis que la branche inférieure [3] peut être suivie d'arrière en avant jusqu'au noyau propre du facial [4].— O S, élève supérieure.

PLANCHE II. (NERFS CRANIENS, PL. VIII.)

Coupes longitudinales du bulbe et de la protubérance de l'homme. (Gross. de 4 fois.)

Fig. 1 et 2. — XX, ligne de section du quatriéme ventricule; — P, Protubérance; — B. bulbe; — 1, cellule du *locus cœruleus* (origines de la racine moyenne du trijumeau, 2, fig. 2.); — 7, branche supérieure de l'anse du facial; — 3, branche moyenne (*fasciculus teres*); — 7', branche inférieure de cette anse; — 6, noyau du moteur oculaire externe; — 8, 8, 8, noyaux de l'acoustique (des barbes du calamus scriptorius); — 12, noyau (colonne grise) de l'hypoglosse; *x'*, raphé du bulbe; — *c*, lamelle du cervelet; — 5 (fig. 2), noyau moteur (masticateur) du trijumeau.

Fig. 3 et 4. — R, R, Raphé; — V, Racine bulbaire du trijumeau; — M, nerf masticateur; — VII, branche supérieure de l'anse du facial (facial allant vers son émergence); — J', branche inférieure de cette anse, allant vers le noyau propre du facial (figuré en 4 fig. 4.); — VI, racines du moteur oculaire externe; — XII, racines de l'hypoglosse.

MÉMOIRE

SUR

UN CAS DE PERSISTANCE DES CANAUX DE MULLER

OBLITÉRATION DES VOIES URINAIRES. — NEUTRALITÉ SEXUELLE

Par le Dr E. Martin

Médecin-Major à l'École polytechnique,
Lauréat de l'Académie de médecine.

PLANCHE III.

En présence d'un groupe de phénomènes naturels, étudiés, coordonnés et classés d'après leurs affinités, l'esprit conçoit un cadre qui les renferme, et il établit une classification qui a pour but de rattacher à ces faits ceux de même ordre, que le progrès continu des sciences d'observation devra faire découvrir successivement. Mais il peut arriver que cette classification comporte des lacunes; c'est ainsi que nous cherchons en vain dans la nomenclature d'Isidore Geoffroy Saint-Hilaire une place qui conviendrait au cas tératologique sur lequel nous désirons appeler l'attention dans l'étude qui va suivre.

Tout fait tératologique rentre dans les lois de l'évolution : considéré dans son origine, il est le résultat de la permanence d'une phase embryonnaire, à laquelle l'acte vital s'est arrêté. A un moment donné, toujours initial, se produit un défaut de consensus dans le travail évolutif, dont le résultat doit être la transformation graduelle d'un embryon en un être conforme au type originel : mais, malgré ce défaut d'harmonie, le travail d'accroissement n'en poursuit pas moins son cours, excepté dans un point plus ou moins étendu. C'est dans ce point que se produit l'anomalie.

Nous disions, quelques lignes plus haut, que notre cas ne trouvait pas sa place dans la nomenclature de Geoffroy Saint-Hilaire. Il s'agit, en effet, d'une anomalie portant sur l'appareil génital, et, à l'époque où fut publié l'ouvrage qui a pour titre : *Les anomalies de l'organisation*, le mode de développement des organes génito-urinaires n'était que très-imparfaitement connu. Avant Geoffroy Saint-Hilaire, Haller, dans les *Opera minora*, au chapitre *De monstris*, avait décrit et dessiné un fait d'hermaphrodisme : il constate l'existence de deux conduits qu'il regarde comme les canaux déférents, lesquels, suivant lui, au lieu de rester isolés l'un de l'autre, se réunissent, et forment un conduit unique se rendant dans les testicules, ou du moins dans deux glandes auxquelles il donne ce nom : mais Haller ne pouvait pas appuyer sa détermination sur des notions d'embryogenie précises. Or, ce qu'il considère comme testicules, c'est vraisemblablement le corps de Wolff, de même que les canaux qu'il appelle déférents ne seraient autres que les conduits de Muller. De là cette conséquence, que ce qu'Haller donne comme un exemple d'hermaphrodisme, se réduit en définitive à un simple arrêt de développement de l'appareil wolffien.

En pareil cas, en effet, les déterminations présentent de grandes difficultés : à l'appui de ces difficultés, nous pouvons signaler une observation de J. A. Boogaard; elle a pour titre : *Persistance des canaux de Muller chez un homme adulte*. La traduction s'en trouve dans le journal (nº de mars et avril 1877, page 200); pour rendre plus saisissable l'analogie du cas rapporté par l'auteur hollandais avec celui que nous allons décrire, nous avons reproduit à une petite échelle le dessin annexé à la traduction (fig. 4.)

Il est certainement regrettable que la relation hollandaise ne fasse pas mention de l'examen histologique : néanmoins, telle qu'elle existe, cette observation présente un grand intérêt au point de vue qui nous occupe.

Le cas que nous avons étudié pour notre part, nous a été communiqué par M. de Beurmann, interne à l'hôpital Saint-

Louis, qui a bien voulu nous confier la dissection du fœtus et nous fournir un historique dont voici le résumé :

Le 29 juillet 1877, Marie J... âgée de vingt ans, se rend à l'hôpital Saint-Louis, où elle demande à entrer pour une grossesse qu'elle prétend remonter à huit mois.

Sa santé n'a jamais subi d'atteinte ; elle est primipare. Il y a environ trois semaines, et sans qu'elle eût éprouvé le moindre accident, elle a ressenti des douleurs du côté du ventre ; ces douleurs se sont succédé à intervalles irréguliers, trois à quatre fois par jour. Elle a perdu par l'orifice vulvaire une assez notable quantité d'un liquide très-probablement sanguinolent. Déjà, il y a quinze jours, ces accidents l'avaient engagée à se présenter à l'hôpital ; mais on n'avait pas jugé à propos de l'y retenir, parce que le toucher ne révélait aucun commencement de travail ; depuis ce moment, elle a cessé de percevoir les mouvements de l'enfant ; les douleurs persistent, l'écoulement continue, et il est même plus abondant que la nuit précédente. Aujourd'hui, 29 juillet, dans l'après-midi, le col est effacé, son orifice présente une dilatation du diamètre d'une pièce de cent sous ; le palper abdominal et l'absence de parties résistantes au doigt, conduisent à admettre qu'il s'agit d'une présentation vicieuse : celle des extrémités est l'hypothèse à laquelle on s'arrête.

Vers 8 heures du même jour, on constate que la dilatation du col est complète : la rupture des membranes s'effectue spontanément ; l'un des pieds s'engage dans le vagin : on n'intervient pas ; vers 10 heures, le pied gauche apparaît à l'orifice vulvaire ; on pratique le toucher, et le doigt, remontant jusqu'à la racine du membre, constate la présence d'une tumeur très-considérable, très-tendue, et qui semble faire partie intégrante du fœtus ; en tous cas, elle est considerée comme constituant en partie, sinon elle toute seule, l'obstacle à la terminaison de l'accouchement.

Le dégagement du second pied est opéré avec facilité ; on l'amène à la vulve et, prenant pour point d'appui les deux membres, on exerce ainsi sur le fœtus des tractions qui, cependant,

ne donnent aucun résultat. Un lien est alors appliqué sur le premier pied, mais on n'arrive qu'à produire une déchirure au niveau de la jointure tibia-tarsienne ; on est alors conduit à supposer que la poche énorme sentie à la racine du membre, est l'obstacle à la mobilité du fœtus et que c'est sur elle que tout l'effort doit porter. Comme d'ailleurs on est certain que le fœtus a cessé de vivre, on n'hésite plus à pratiquer une ponction sur cette tumeur : on dirige, à l'aide du doigt comme conducteur, et du côté de l'aine, les pointes d'une paire de ciseaux qui, bien que plongés avec vigueur, ne donnent issue qu'à un très-léger écoulement d'un liquide sanguinolent. C'est à ce moment que le docteur Lucas-Championière, consulté, se range au diagnostic porté et pratique une ponction au moyen d'un trocart, sur la partie de la tumeur qui se présente à l'orifice du col interne : des ciseaux agrandissent ensuite l'ouverture. Aussitôt, il s'écoule une quantité notable d'un liquide jaunâtre assez transparent qu'il eut été utile de recueillir et d'analyser, car il aurait pu jeter quelques éclaircissements sur l'interprétation des faits.

Quant au placenta que nous avons examiné, il ne nous a rien présenté d'anomal. Le fœtus nous a été apporté le lendemain, dans un état de macération telle que, malgré son séjour prolongé dans l'utérus, nous pensons que sa mort remonte à une époque un peu plus reculée que celle qu'indiquerait la cessation des mouvements constatés par la mère.

Envisagé sous le rapport du développement, le fœtus répond à sept ou huit mois tout au plus, ce qui représente un âge un peu inférieur à celui qui résulterait des renseignements fournis par la mère : cependant nous n'attachons guère d'importance à cet écart.

Au point de vue de la morphologie extérieure, la tête, le thorax et les membres n'offrent aucune irrégularité : seul, le bassin paraît rétréci dans ses diamètres : les mutilations extérieures que présente l'embryon ont porté sur un abdomen considérablement développé : elles sont le résultat des manœuvres pratiquées en vue d'accélérer l'accouchement. Dans notre dessin (fig. 1), nous avons indiqué, au moyen d'une ligne

ponctuée, la direction donnée à l'incision qui a été pratiquée : cette incision part de l'aine droite et dépasse le point d'insertion du cordon ombilical, qu'elle a d'ailleurs laissé intact. Notre attention s'est tout d'abord portée sur l'ombilic, et nous avons recherché ce qu'avait pu devenir l'ouraque ; mais il nous a été impossible d'en retrouver le moindre vestige : sans doute il a dû être compris dans l'incision faite à l'abdomen ; mais il est permis de conjecturer que cet organe devait être tout à fait oblitéré et réduit à un cordon d'une ténuité qui, après sa section, l'a rendu à peu près invisible, l'état de macération des parties faisant d'ailleurs que sa présence était plus difficile à constater : si nous insistons sur ce point, c'est qu'il est d'un intérêt considérable, ainsi que cela ressortira clairement des détails ultérieurs.

Lorsque cette paroi abdominale est rabattue et qu'elle met à découvert la cavité pelvi-abdominale, on aperçoit en premier lieu une poche qui, bien qu'elle soit affaissée sur elle-même à la suite de l'incision qui l'a vidée, n'en présente pas moins des dimensions très-considérables : on peut encore y recueillir un liquide peu abondant, très-infect, et qui rappelle par sa couleur un deliquium cadavérique. Afin d'avoir une idée de sa capacité, nous avons suturé les bords de l'incision, et il nous a été possible d'y introduire plus de 2,500 grammes d'eau ; nous admettons que cette quantité représente approximativement le volume du liquide qu'elle renfermait : elle nous donne en même temps la mesure du degré de distension à laquelle les parois de cette cavité ont été soumises ainsi que les proportions que peut atteindre cette cause de dystocie. Laissons un instant cette poche, que nous venons de décrire, et voyons les autres organes de l'abdomen : l'estomac, le foie, la rate, ne nous présentent rien d'anomal ; l'intestin grêle mesure environ 90 centimètres de l'orifice pylorique au cœcum ; dans tout son parcours, il est perméable : il se continue avec le côlon ascendant auquel succède le transverse : à ce niveau, le tube intestinal cesse brusquement et se termine en un cul-de-sac ayant la forme d'un renflement conique que nous avons incisé, et d'où il

s'est échappé environ 100 grammes de méconium. Celui-ci évacué, le renflement s'affaisse, et la partie terminale de l'intestin ne présente plus que le calibre du reste du côlon ; ainsi donc, il n'existe pas trace de côlon descendant, pas d'S-iliaque, pas de rectum, pas d'anus. La cavité pelvienne ne renferme pas non plus de vestiges des organes genito-urinaires : on n'y rencontre qu'une couche de tissu cellulo-graisseux dans lequel rampent les vaisseaux et nerfs iliaques. Il n'y a pas de cavité péritonéale. (Pl. I, fig. 2.)

Le bassin mesure 2 centimètres et demi du sacrum à la symphyse du pubis, 2 centimètres entre les pièces cotyloïdiennes et 3 centimètres d'une pièce iliaque à l'autre : dans aucune de ces parties, nous n'avons rencontré un seul point d'ossification : elles sont donc, relativement aux autres régions du squelette, dans un état de développement retardé, et nous pouvons rattacher ce retard à l'absence des organes que le bassin doit loger lorsque le travail d'évolution embryonnaire suit son cours régulier.

En disséquant les parties molles de cette cavité pelvienne, nous constatons également l'absence des muscles du plancher périnéal : nous n'y rencontrons que des faisceaux aponévrotiques entre-croisés se rendant d'un ligament ischio-coccygien à l'autre, et traversant des masses adipeuses : la couche la plus superficielle de cette couche aponévrotique, se continue avec le fascia sous-cutané des parties environnantes. Quant au plan fibreux intra-pelvien, il est continu, c'est-à-dire qu'il ne forme aucune loge, particularité en rapport également avec l'absence des organes génito-urinaires : enfin, ce plancher périnéal constitue un plan non interrompu ne présentant ni orifice anal, ni ouverture vaginale, ni canal uréthral. Il y a cependant un simulacre de fente génitale qui, sans être une vulve, dessine pourtant assez nettement cet organe pour que nous nous soyons cru autorisé à considérer le fœtus comme ayant une tendance à la sexualité féminine : mais il est évident aussi que cette sexualité ne dépasse pas les limites des organes externes. Cet orifice circonscrit une dépression au fond de laquelle il n'y a pas de trace de perforation vaginale ni uréthrale. Au même

niveau, à la face interne de la paroi abdominale, on voit également une fossette médiane, figurée sur notre dessin, entre les deux muscles droits dépourvus d'intersection aponévrotique. Cette fossette est borgne; par elle, nous avons renouvelé nos tentatives, afin d'être bien sûr qu'il n'existait aucun canal creusé dans l'épaisseur de la paroi abdominale et qui nous aurait échappé dans nos recherches du côté externe. Mais nous sommes resté convaincu qu'il n'y a aucune communication entre l'extérieur et la cavité pelvienne.

Cette pseudo-vulve n'occupe pas, ainsi que notre dessin le fait voir, sa position accoutumée : elle remonte jusqu'au niveau de la symphyse pubienne, et nous nous demandons si ce n'est pas un déplacement qui serait le résultat d'un tiraillement produit sur la peau par la dilatation à laquelle la paroi de l'abdomen a dû obéir. Cette paroi elle-même, ainsi fortement distendue, s'est amincie, de sorte qu'on n'y rencontre plus que des fibres dissociées, éparses, représentant les transverses et obliques.

Revenons maintenant à l'organe dont la distension a amené celle de l'abdomen : cette énorme poche, qui, avant d'être sectionnée, devait remplir la presque totalité de la cavité pelvi-abdominale, est constituée par le réservoir urinaire : remplie artificiellement, elle est irrégulièrement sphérique ; à sa gauche, notre dessin fait voir un petit diverticulum, au devant duquel paraît le renflement terminal de l'intestin ; celui-ci, quoique adhérent à la vessie, s'en sépare très-facilement ; il n'y a donc entre lui et la poche qu'un rapport de contiguïté, mais leurs cavités sont complétement isolées l'une de l'autre. Examinée par transparence, la paroi vésicale est sillonnée de tractus opaques qui se croisent dans tous les sens ; ce sont sans doute les faisceaux de la tunique musculeuse, épars, écartés par suite de la distension de l'organe, qui s'est évidemment rempli de la sécrétion urinaire, sans que celle-ci pût être évacuée : elle est en effet close, sauf à deux endroits où viennent déboucher les uretères, et dans deux autres points où aboutissent deux conduits, sur lesquels nous allons insister. Disons pour le moment que ces conduits ne pouvaient pas offrir à l'urine une issue ; de leur

côté, les uretères ne permettaient pas davantage au liquide rénal de refluer; enfin, l'ouraque, ainsi que nous l'avons mentionné plus haut, était oblitéré.

Les proportions considérables de la vessie sont donc la conséquence d'une retenue de l'urine, pendant la presque totalité de la vie intra-utérine.

C'est un point qui a évidemment son importance en physiologie et aussi en gynécologie : en effet, il est admis qu'au terme de la vie fœtale, la vessie n'est jamais trouvée pleine; la sécrétion des reins s'effectue cependant : par où s'épanche alors l'urine ? Deux voies s'offrent successivement à elle . l'ouraque, qui la verserait dans l'allantoïde, dès le début, et le canal de l'urèthre, qui, lui, l'écoulerait ensuite dans la poche amniotique : nous regardons du moins la miction du fœtus comme infiniment probable dans les dernières périodes de la vie utérine. Ici, nous rappellerons que, dans le premier volume du bulletin de la société de biologie, le docteur Depaul signale un cas de distension énorme de la vessie, consécutive à une oblitération de l'urèthre : malheureusement il n'y a pas de détails.

Dans les archives de Virchow (t. XXXVII, page 219 et suiv., 1866) se trouve un travail de Schweiger-Seidel, dans lequel cet auteur dit avoir rencontré dans quelques cas, chez des fœtus de plusieurs mois, une couche épithéliale formant un revêtement complet au gland, de manière à fermer le méat urinaire. Ce même auteur cite Bokai, qui aurait également trouvé chez quelques nouveau-nés une adhérence du prépuce au gland avec oblitération du méat par des cellules épithéliales pénétrant dans l'urèthre (1). Que se passe-t-il dans ces cas du côté de la vessie? Que devient la miction? Cette question de l'urination pendant la vie fœtale, nécessite de nouvelles investigations, ainsi d'ailleurs qu'un grand nombre d'autres points de la physiologie embryonnaire (2).

(1) Sur l'adhésion épithéliale du tégument préputial avec celui du gland, voyez les auteurs qui se sont occupés des maladies chirurgicales des enfants (Giraldès, etc.), et dans ce recueil Ch. Robin et Cadiat, année 1874, p. 617. Pl. XXII.

(2) La présence, dans le liquide amniotique, de l'urée, de la créatinine, de l'urate

Nous revenons au cas de notre fœtus, et nous regarderons comme tout à fait indiscutable que la dilatation de la poche vésicale est la conséquence de l'accumulation de l'urine, dont ce cas eût probablement pu servir à évaluer avec assez de précision la quantité de sécrétion rénale effectuée dans le cours des sept à huit premiers mois de la vie embryonnaire.

Autour des reins, séparés l'un de l'autre d'un intervalle de deux centimètres environ, surmontée d'une capsule et ne présentant aucune anomalie, est une couche de tissu graisseux à travers laquelle se font jour les deux uretères, qui, après un trajet de 15 à 16 centimètres, vont s'ouvrir dans la vessie : ces reins ont chacun de 4 à 5 centimètres de longueur; leur largeur atteint 2 centimètres et demi; leur épaisseur n'en a qu'un : leur état de macération ne permet pas de se renseigner sur leur constitution histologique.

On se souvient que précédemment nous avons signalé l'existence de deux orifices s'ouvrant dans la vessie à un niveau supérieur à la ligne qui réunirait les ouvertures uretériennes. Ces orifices (voir pl. I, fig. 3) sont situés en arrière de ceux des uretères; ils sont demi-elliptiques ou falciformes, à concavité tournée en bas : ils forment comme des espèces de valvules que le stylet soulève pour pénétrer dans le canal qui leur fait suite ; chacun des canaux, comme les uretères, pénètre obliquement dans l'épaisseur de la paroi vésicale; dans une hauteur de deux centimètres, il est dilaté, et assez large pour admettre une sonde cannelée, puis il se rétrécit progressivement, de sorte qu'au niveau du rein, il est réduit à un mince filament tout à fait imperméable : du moins toutes nos tentatives pour y introduire les stilets les plus fins ont été vaines. Nous avons aussi

d'ammoniaque, montre que l'amnios renferme de l'urine dès le troisième mois chez l'homme. Le liquide allantoïdien disparaît en même temps que la cavité allantoïdienne, vers le trentième jour.

Chez les *mammifères domestiques,* cette excrétion, en raison des analogies trouvées entre elle et l'urine des animaux jeunes, montre que cette dernière vient se mélanger au liquide allantoidien par le canal ouraque : mais Bischoff dit qu'avant même l'apparition des reins transitoires, il y a déjà un liquide allantoidien. (Robin : *Leçons sur les humeurs*, p. 915 et suivantes.)

fait des coupes transversales, et nous n'avons pu constater aucune cavité ; ainsi donc, à leur partie inférieure au sortir de la vessie, ils sont très-dilatés, à parois ayant 3 à 4 millimètres d'épaisseur ; à leur sommet, ils sont réduits à un mince filet qui se perd dans le tissu cellulo-graisseux péri-rénal. Il est alors évident que, si l'urine a pu soulever la valvule que nous avons décrite à l'orifice vésical du conduit, il lui était impossible de remonter plus haut que quelques centimètres, après lesquels ce conduit cesse d'être perméable.

Au niveau de la valvule, leur muqueuse interne se continue par une plaque composée de fines granulations disposées en séries parallèles, et décrivant des courbes qui lui donnent une forme irrégulière que le dessin reproduit plus facilement qu'une description (voir fig. 2). La plaque gauche a à peu près 4 centimètres en hauteur et 4 $\frac{1}{2}$ dans sa plus grande dimension horizontale.

Celle de droite n'a guère que le tiers de la surface de sa congénère. Elles forment deux saillies d'un millimètre à deux sur la muqueuse de la vessie. Elles s'arrêtent à la fin même de chaque canal dont la muqueuse est lisse : en raison de la macération de tous les tissus de notre fœtus, nous avons jugé inutile de tenter l'examen histologique. Elles adhèrent fortement à la face interne de la vessie, et nous avons essayé vainement de les détacher. Que sont ces organes ? Que sont ces canaux ? Quelle est leur signification ?

L'embryogénie seule peut nous donner la solution de ce problème. Jusqu'à deux mois l'embryon est neutre : à cette époque, le cordon génital se modifie de manière que, si le canal génital s'accroît rapidement, il en résulte un fœtus femelle, tandis que, s'il reste stationnaire, il se produit un fœtus mâle, et les canaux de Wolff deviennent les canaux déférents.

Quant aux conduits de Muller, leurs extrémités supérieures constituent les pavillons des trompes de Fallope, tandis que les parties inférieures se fusionnent et forment l'utérus, puis le vagin. Tous ces organes émanent du feuillet moyen du blas-

toderme, tandis que les replis cutanés constituant les organes externes, procédent de l'épiblaste.

Appliquons maintenant ces données embryogéniques à notre cas : il y a absence complète des organes génitaux; or ces organes, que nous avons vus s'étaler sur deux points symétriques de la face interne de la vessie, et les conduits qui leur font suite, placés en dedans des uretères, sont très-vraisemblablement les canaux de Muller qui se sont trouvés arrêtés dans leur évolution : nous affirmerions que ce sont eux-mêmes, s'ils eussent été libres et ouverts à leur extrémité supérieure : mais nous les avons trouvés obturés, et nous pensons que c'est là le résultat d'un fait pathologique dont le mécanisme et la cause nous échappent, et qui est venu se greffer sur un acte tératogénique, cause lui même de l'anomalie.

L'arrêt de développement que présente l'intestin a-t-il une relation avec cette perturbation de l'appareil génito-urinaire? C'est un point difficile à élucider, à cause de l'incertitude qui règne encore sur le mode d'évolution de ces organes dans les premières phases de la vie embryonnaire.

Discuterons-nous maintenant l'hypothèse de l'homologie avec les canaux de Wolff? Non, et voici les raisons qui nous font préférer celle des conduits de Muller. La première, c'est que les corps de Wolff sont toujours situés en dehors des reins, et que par conséquent les canaux qui en partent occupent les côtés externes des uretères, ce qui n'a pas lieu pour les organes de notre fœtus : ensuite, les canaux de Wolff sont les homologues ou plutôt sont destinés à devenir les canaux déférents.

D'autre part, comme nous inclinons à reconnaître dans notre fœtus une tendance à la sexualité femelle, il importe de rappeler que les canaux de Wolff ont complétement disparu à l'époque où les reins permanents sont formés.

CONCLUSIONS

De cette étude et des considérations que nous venons de présenter, il résulte les propositions suivantes, que nous résumerons ainsi :

Un fœtus de 7 à 8 mois présente une anomalie qui a pour expression tératologique : 1° la persistance des canaux de Muller; 2° l'absence d'organes génitaux; 3° l'oblitération des voies urinaires.

La vie embryonnaire a pu s'approcher du terme malgré le trouble apporté à l'excrétion du liquide rénal, dont la voie d'écoulément normale serait en ce cas l'urèthre, qui la déverse dans la poche amniotique.

Cet arrêt de développement remonte à la période initiale de l'évolution : on sait d'ailleurs que les conduits de Muller, après être restés distincts, se soudent pour constituer la cavité de l'utérus, et que eette fusion est déjà effectuée avant la fin du deuxième mois.

Quant au processus suivi par le travail de l'anomalie, nous pensons que l'ouraque, par une cause impossible à déterminer, s'est fermé prématurément; que le liquide urinaire, ne pouvant plus alors s'écouler par le conduit dans l'allantoïde, s'est accumulé dans la vessie; que celle-ci, en se dilatant, a exercé sur les conduits de Muller une pression qui a mis obstacle à leur fusion : qu'ainsi s'est trouvée arrêtée l'évolution des organes sexuels et des voies d'excrétion urinaire.

Si notre fœtus, qui s'est approché assez près du terme de la vie embryonnaire, était parvenu à le franchir, on aurait eu à résoudre le problème légal de sa détermination sexuelle. Quant à nous, nous aurions plutôt incliné à le regarder comme appartenant au sexe féminin.

Sous le rapport physiologique, notre étude montre clairement qu'il est neutre.

EXPLICATION DE LA PLANCHE III.

Fig. 1. *A.* Point où le trocart a plongé dans l'aine sans atteindre la cavité pelvi-abdominale.

B. Ligne ponctuée représentant la direction de l'incision qui a ouvert la cavité péritonéale.

C. Cordon ombilical.

Fig. 2. *A.* Diverticulum vésical.
B. Renflement conique terminant l'intestin.
C. Ligne ponctuée marquant l'incision faite à la vessie par le même coup qui a ouvert la paroi ventrale.
V. Vessie.
D. Dépression située à la face interne de la paroi ventrale, entre les deux muscles droits, et correspondant à la pseudo-vulve.
E. Paroi abdominale rabattue, distendue, et montrant éparses et dissociées les fibres des muscles transverses et obliques.

Fig. 3. Fragment de la vessie vue par sa face interne.
AA. Reins.
BB. Canaux de Muller.
CC. Abouchement de ces canaux dans la vessie et plaques qui leur font suite, et s'étalent sur la muqueuse vésicale.
DD. Uretères.

Fig. 4. Cette figure est empruntée au travail de Boogaard.
AA. Ce sont les conduits de Muller, inégaux en calibre, et venant se terminer dans la portion prostatique de l'urèthre.
V. Vessie.
BB. Uretères.

DU DÉVELOPPEMENT

DU

SQUELETTE DES POISSONS OSSEUX

Par G. POUCHET

(Suite.)

(PLANCHES IV à XIII.)

Les arcs viscéraux (1) chez le jeune Syngnathe sont incomplets. Au contraire, les apophyses montantes se rejoignent au-dessus des centres nerveux en une arcade très-grêle, très-

(1) Voy. le numéro de mai-juin 1876. — Des circonstances indépendantes de notre volonté nous ont contraint de suspendre jusqu'à ce jour la suite de ce travail; nous en donnons aujourd'hui la continuation, tel qu'il a été présenté à l'Académie des sciences dans la séance du 31 mai 1875.

M. W. K. Parker à communiqué à la Société royale de Londres, dans le courant de 1872 (avril et mai), un important travail : *On the Structure and the Developement of the Skull in the Salmon*, publié dans les *Transactions philosophiques pour* 1873, lesquelles ont paru seulement en 1874. De mon côté, j'avais communiqué le résultat de mes recherches à la Société de biologie dès le 1er février 1873, c'est-à-dire antérieurement, à la publication de M. Parker. Je reproduis ici textuellement cette communication, insérée dans les comptes rendus de la Société :

« J'avais entrepris à Concarneau, avant la guerre de 1870, un travail sur le développement de la tête osseuse des poissons, dont je désire aujourd'hui faire connaître les principales conclusions. Il y a longtemps qu'on sait que le squelette osseux, *ostéoïde* (Kœlliker), ou *spiculaire* de la tête des poissons enveloppe une sorte de boîte cartilagineuse. Mais, jusqu'à ce jour, les rapports de celle-ci avec les nombreuses pièces osseuses de la tête des poissons étaient restés assez mal connus.

« Les premiers développements de la tête des poissons présentent une conformité remarquable. Le point de départ du squelette cartilagineux primitif est l'oreille, et paraît, chez les poissons, complétement indépendant de la corde dorsale, à l'exception peut-être du sphéroïde : le squelette cartilagineux se développe autour de l'oreille en une masse offrant à la fois un prolongement horizontal en avant, et un prolongement vertical qui descend constituer l'appareil de suspension de la mâchoire inférieure.

« La constitution primitive de celle-ci paraît offrir chez les poissons une grande

espacée de ses voisines (fig. 7), comme d'ailleurs chez la plupart des poissons osseux. Enfin on trouve également, sur le côté, de petites apophyses transverses qui donnent insertion aux muscles.

« uniformité : nous l'avons retrouvée même jusque dans l'ordre des Lophobranches, « telle que M. Huxley l'a indiquée pour le genre *Gasterosteus*. La mâchoire inférieure « se compose de trois parties, qui dès l'origine se montrent indépendantes, et aux- « quelles on peut conserver les noms de tympanique, de jugal et de maxillaire : le « tympanique n'est que la portion descendante de la masse qui enveloppe primitive- « ment l'oreille. Le maxillaire rejoint toujours le maxillaire du côté opposé sur la « ligne médiane, à la manière des cartilages de Meckel chez l'embryon des vertébrés « supérieurs. Le jugal est le point de départ de l'appareil maxillo-palatin, qui ne se « montre qu'un peu plus tard, et commence aussi par être cartilagineux.

« La portion cartilagineuse qui se prolonge en avant, donne naissance au squelette « du crâne et de la face. Ce squelette cartilagineux offre, selon les espèces, une com- « plication plus ou moins grande. Nous l'avons trouvé au maximum de simplicite chez « le Syngnathe, et au maximum de complication chez l'Anchois, parmi les espèces que « nous avons examinées. Ce cartilage céphalique primordial forme une pièce *unique* « dans le principe, plus ou moins ouverte à la partie supérieure (comme dans les larves « des batraciens), et se prolongeant en avant par deux cylindres cartilagineux plus ou « moins incurvés, qui se réunissent sur la ligne médiane, et viennent se terminer par « un renflement considérable vers la région nasale. En faisant usage du microscope « binoculaire, et en disséquant des embryons convenablement macérés, on arrive à « isoler complétement cette pièce cartilagineuse unique, qui offre, avec de grandes « variétés suivant les espèces, un aspect caractéristique. Ce cartilage répose sur l'extré- « mité antérieure de la corde dorsale, légèrement inclinée en bas, et logée dans une « sorte de dépression qu'il présente en dessous; mais il ne se développe pas plus que « les cartilages hypuraux, comme dépendance directe de la corde, qui semble seulement « donner naissance au sphénoïde, toujours spiculaire, comme les corps vertébraux « naissants.

« La charpente cartilagineuse de la tête des poissons, aussi bien que les pièces car- « tilagineuses du suspensorium et de la mâchoire, ne disparaissent point, comme sur « les vertébrés supérieurs, pour faire place aux nombreuses pièces du squelette spicu- « laire de la tête chez l'adulte. Ces cartilages continuent au contraire à subir un « accroissement indéfini, et se multiplient même par une sorte de scissiparité de ceux « qui ont apparu primitivement. En sorte que le suspensorium, par exemple, uni « dans le principe à la plaque nuchale, s'isole d'abord, puis se divise en trois piéces « cartilagineuses enveloppées elles-mêmes, par la suite, d'un nombre plus ou moins « grand d'os spiculaires.

« Ceux-ci ne se développent jamais, ainsi que nous venons de le dire, aux dépens « du cartilage, mais seulement à sa surface, ou librement dans le tissu conjonctif « au-dessous du derme. Le nombre des points d'apparition de ces os naissants ne « correspond pas à celui des pièces du squelette crânien définitif. Il se passe là un « phénomène analogue au sectionnement des rayons des nageoires des poissons, et « que l'on retrouve, d'ailleurs, comme nous l'indiquons, jusque dans le squelette « cartilagineux : il y a multiplication successive des organes premiers, par une sorte « de scissiparité d'où résulte la formation de deux ou plusieurs organes distincts aux « dépens d'un seul.

« La première indication générale à tirer des faits qui précédent, est qu'on ne doit « point rechercher, dans les différents os de la tête des poissons, les analogues des

Tous ces prolongements sont formés de la même substance ostéoïde qui constitue les parois de la corde : du moins elle ne s'en distingue par aucun caractère physique appréciable. Une

« points d'ossification de la tête des vertébrés supérieurs. Tout au plus pourrait-« on rapprocher ces points des premiers os spiculaires qui se montrent, avant qu'ils « se soient divisés eux-mêmes. Tandis que le squelette vertébral du corps est en rela-« tion directe avec la corde dorsale, le squelette céphalique paraît dépendre unique-« ment de la préexistence de l'oreille, qui en est le point de départ. On remarquera « que les Céphalopodes, chez lesquels l'oreille est absolument semblable à l'oreille « embryonnaire des poissons, ont un squelette céphalique, tandis qu'il n'en existe point, « même à l'état rudimentaire, chez l'Amphioxus pourvu cependant d'une corde dorsale. « Enfin, l'étude du développement de la tête osseuse des poissons conduit à cette « autre considération : que l'on peut, il est vrai, grouper artificiellement les nom-« breux os qui la composent chez l'adulte, de manière à y figurer plusieurs vertèbres, « mais que cette répartition est absolument artificielle, la corde dorsale, principe « de toute vertèbre, ne dépassant pas la région occipitale la plus reculée: en sorte « que c'est tout au plus si l'on est en droit de considérer le crâne des poissons comme « formé *d'une seule* vertèbre. »

Bien que ce résumé soit assez complet, je crois devoir signaler ici les points par lesquels le travail de M. Parker et le mien diffèrent : Le mémoire de M. Parker est exclusivement consacré au développement et à la structure de la tête osseuse du Saumon, qu'il compare, dans son ensemble et dans chacune de ses parties, à la tête osseuse des autres vertébrés. Mon but a été surtout, au contraire, de chercher à étudier l'apparition ou les modifications d'un même organe chez diverses espèces marines que j'avais sous les yeux. L'origine des différences entre les vues de M. Parker et les miennes est tout entière dans les moyens d'étude que nous avons l'un et l'autre mis en usage. M. Parker n'a eu recours, comme il le dit lui-même, qu'à la loupe, tandis que j'ai employé le microscope. Je n'insisterai donc pas sur les erreurs forcées commises par M. Parker dans la description histologique des organes qu'il étudie, quand il montre, par exemple, les cartilages primordiaux comme des tubes d'une substance finement grenue « laying in and also enclosing a thoroughly diffluent tissue (p. 113). »

Au point de vue de l'anatomie descriptive, j'ai donc pu suivre beaucoup plus exactement les premiers stades du développement. Dans un âge plus avancé, quand le crâne du Saumon, déjà volumineux, peut être facilement disséqué, la figure qu'en donne M. Parker est conforme aux figures et aux descriptions que je donne du crâne cartilagineux primordial de plusieurs espèces marines (Athérine, Gobius, Syngnathe, etc.).

M. Parker n'a pu se rendre compte du rôle capital de la vésicule auditive comme point de départ du squelette cartilagineux du crâne. Il se méprend également sur la configuration des premières parties apparues de celui-ci, comme il est facile de le constater en comparant ses figures à celles que nous donnons, tantôt croyant à une division tardive de pièces, qui sont individualisées dès leur apparition, tantôt admettant la coalescence de pièces d'abord multiples, quand au contraire ces pièces, originellement indivises, se sectionnent par le progrès du développement. Je signalerai les points spéciaux suivants :

1° Plaque nuchale (*investing mass*). M. Parker la figure comme formant à l'origine deux *cylindres* cartilagineux indépendants de chaque côte de l'extrémité de la corde, et dont il n'indique pas, d'ailleurs, la terminaison en arrière. Ces parties consti-

particularité importante toutefois nous reste à signaler. Ces apophyses s'élargissent à la base par laquelle elles s'unissent à la paroi de la corde, et dans leur évasement on distingue des cavités qui sont évidemment des chondroplastes avec ou sans noyau granuleux. Ces cavités sont arrondies, pressées les unes contre les autres, mais sans déformation réciproque. Elles sont en dehors de la paroi de la corde et enveloppées par la base élargie de l'apophyse. Leur aspect général se rapproche tout à fait de celui qu'offrent sur d'autres points les cavités du tissu cartilagineux propre.

Enfin les mêmes arcs présentent vers le milieu de leur longueur, en dedans, un amas de chondroplastes analogue à celui de la base. Cet amas est appuyé en dehors contre l'arc neural; il nous a paru recouvert en dedans par une très-mince couche de substance ostéoïde.

Nous n'avons point eu l'occasion de suivre le premier développement de ces arcs vertébraux du Syngnathe. Nous ne sommes donc pas en mesure d'indiquer si les amas de cellules cartilagineuses en question précèdent le développement des arcs, ou si elles n'apparaissent qu'après que les apophyses

tuent presque dès l'origne une mince lame appliquée sur l'extrémité antérieure de la corde, et enveloppant les deux vésicules auditives.

2° Ethmoïde cartilagineux. M. Parker semble croire (p. 122) que les branches (*forceps*) qui prolongent en avant la plaque nuchale sont indépendantes de celle-ci. J'ai trouvé partout (Labre, Syngnathe, etc....) la continuité originelle de ces parties, dont la séparation, quand elle se produit chez certaines espèces, est au contraire un phénomène tardif.

3° M. Parker décrit (p. 124-126) et figure (pl. I, 1 et 7) l'appareil palatin comme offrant une existence indépendante de l'arc de Meckel. J'ai montré qu'il se développe au contraire comme une expansion directe du jugal, avec lequel il reste en continuité.

4° M. Parker figure (pl. II, 3) l'arc de Meckel comme continu, même dans son second stage, et le décrit (p. 116) comme « a simple tapelike bond of cartilage. » Il note la segmentation (segmented condition) de cet arc en trois pièces comme le signe de son troisième stade de développement (p. 123). Nous avons montré au contraire la constance des trois pièces indépendantes dès leur apparition, qui constituent cet arc chez les poissons.

5° Par une erreur évidente, M. Parker voit (p. 124) les pièces sternales médianes résulter de la coalescence des extrémités des arcs branchiaux. Nous avons montré chez le Labre cette pièce mediane unique à l'origine, et se sectionnant par la suite en un nombre plus ou moins grand de pièces impaires, auxquelles viennent seulement se surajouter d'autres pièces paires qu'on peut en effet considérer comme dépendantes des arcs branchiaux.

ont pris naissance par végétation des parois de la corde. Les rapports, dans le squelette des poissons osseux, entre le tissu cartilagineux et le tissu spiculaire, sont tellement variés, qu'il est le plus souvent difficile, quand on n'a pas suivi pas à pas les progrès du développement, d'établir les moments succesifs d'apparition de l'un et de l'autre tissu.

Sur de très-jeunes poissons indéterminés, mais voisins des Gobius, nous trouvons au contraire les arcs vertébraux supérieurs et inférieurs constitués par du tissu cartilagineux propre. Les chondroplastes montrent parfois un corps cellulaire distinct. Ces arcs cartilagineux reposent par une base élargie sur la paroi de la corde à laquelle ils adhèrent; et il ne semble point que ce tissu cartilagineux soit, comme chez le Syngnathe, enveloppé d'une couche de substance ostéoïde.

Sans regarder comme absolue la proposition formulée plus haut : que les arcs neuraux et hæmeaux sont toujours des émanations directes et en quelque sorte des végétations des parois de la corde, il est certain néanmoins qu'on ne trouve pas de chondroplastes chez le Syngnathe à la base des apophyses transverses; il est non moins certain qu'on n'en retrouve pas davantage au voisinage des arcs neuraux des larves de batraciens; que ces arcs, chez ces animaux, sont intimement unis à la paroi de la corde, et se continuent originellement avec elle. Par conséquent, au moins pour les cas particuliers qui nous occupent, la soudure des différentes parties dont se composerait « la vertèbre théorique » est tout hypothétique. Aucun fait embryogénique n'autorise à considérer comme autant d'organes premiers distincts à l'origine le corps vertébral et ses prolongements.

VI. — DÉVELOPPEMENTS DU CRANE.

Oreille.

Un fait d'une importance capitale frappe tout d'abord, quand on suit les premiers développements du squelette des poissons : c'est le rôle considérable que joue l'oreille dans l'évolution de

la tête osseuse, et encore plus l'analogie profonde que présente cet organe avec ce qu'on observe chez les Céphalopodes. Dans l'un et l'autre groupe, l'oreille sert de point de départ au développement de la charpente solide qui enveloppe le cerveau et supporte les organes des sens. De là la ressemblance de la charpente de la tête des Céphalopodes avec celles des vertébrés, alors que la divergence profonde du reste de l'organisme trouve son explication dans l'absence d'une corde dorsale chez les premiers et dans sa présence chez les poissons. L'oreille est, chez les Céphalopodes aussi bien que chez les vertébrés, le point de départ du développement des parties dures de la tête. Mais, chez les vertébrés, l'évolution de ces parties dures est en quelque sorte dominée par la présence de la corde dorsale : chez les Céphalopodes, elle semble abandonnée à elle-même.

Chez les poissons, les deux capsules auditives, séparées dès le principe comme celles des Céphalopodes (1), et très-analogues par certains côtés à celles-ci, restent distinctes de part et

(1) M. Kölliker, dans son mémoire sur le développement des Céphalopodes, paraît croire que, dès l'origine, les deux capsules auditives sont réunies l'une à l'autre, séparées seulement par une simple cloison (... beide Ohrbläschen liegen dicht an einander an der unteren Seite des Kopfknorpels, *Entwicklungsgesch. d. Cephal.*, in-4, 1844, p. 105), tandis qu'en réalité elles naissent isolément, à distance, comme chez les vertébrés. Elles ne se réunissent que par le progrès du développement. Nos observations ont porté sur l'embryon du Calmar. On voit déjà distinctement les capsules auditives alors que le manteau commence à peine à se reployer sur lui-même, et que le vitellus plonge largement dans le corps de l'embryon, séparant les yeux, portés de chaque côté sur leurs pédicules. On découvre, au-dessous des rudiments de l'infundibulum, les oreilles sous la forme de deux capsules ovoïdes, un peu irrégulières, dont les axes sont légèrement inclinés, de telle sorte qu'ils tendent à se rejoindre en avant. Il n'y a pas encore d'otolithe. La paroi des vésicules est formée d'une substance homogène hyaline, tenace, qui paraît complétement anhiste. On voit, en suivant les progrès du développement, ces deux organes peu à peu se rapprocher. L'apparition du canalicule cilié, qui n'est d'abord qu'un simple diverticulum, précède celle de l'otolithe. Celui-ci se montre d'abord sous la forme d'un cumulus opaque, allongé, granuleux ; plus tard, sous celle d'un corps régulièrement ovoïde. L'apparition de l'otolithe précède l'instant où les vésicules vont arriver en contact ; il en est de même de l'enroulement du canalicule cilié. Ce n'est que quand les deux capsules sont parvenues de la sorte à une constitution plus complexe, que les deux organes se conjugent enfin sur la ligne médiane, confondant en une seule paroi leurs parois internes, distinctes jusque-là. A ce moment le manteau monte jusqu'à la base de l'infundibulum, et les nageoires latérales commencent à se dessiner à la partie postérieure du corps de l'animal. Ce n'est que plus tard qu'apparaissent autour de l'otolithe les petites grannulations calcaires, qui constituent en réalité autant d'otolithes distincts.

d'autre de la corde dorsale. C'est autour des capsules auditives que se groupent les premières masses cartilagineuses devant servir à la construction du squelette céphalique. Nous prendrons pour exemple le Gobius, où l'apparition de ces masses cartilagineuses est relativement tardive. La figure 11 représente un jeune embryon de Gobius chez lequel le cerveau, l'œil, l'oreille, sont déjà nettement visibles, et où l'on ne distingue encore aucune trace de squelette. L'oreille est, comme toujours, très-reportée en arrière, au niveau du bulbe rachidien, dont la structure toute particulière se laisse nettement discerner à travers les parois transparentes du corps.

L'oreille (fig. 12) constitue une capsule irrégulièrement ovoïde. Les parois ont une épaisseur relativement considérable; elles sont formées par une substance résistante, incolore, très-finement striée. Cette structure se retrouve chez d'autres espèces de poissons, tandis que nous ne l'avons point notée dans les parois de la vésicule auditive des Céphalopodes (1).

Laissant de côté les phénomènes génésiques qui vont se produire autour de l'oreille, nous devons dire un mot du développement des canaux demi-circulaires qui vont, chez le poisson adulte, prendre la place de la capsule primitive. M. Vogt paraît avoir entrevu par quel processus évolutif les canaux demi-circulaires prennent naissance; mais une théorie qu'il s'était faite, l'a certainement empêché de tirer de ses observations tout le parti désirable. Il avait cru que la capsule auditive ne répondait qu'à une partie de l'oreille, et que les canaux demi-circulaires devaient se creuser en dehors d'elle dans les tissus environnants : ses observations consciencieuses ne lui permirent point de continuer à penser qu'il en était ainsi; mais il ne

(1) Cette striation n'est pas nécessairement l'indice d'une différence spécifique entre les deux substances, pas plus que la base striée des épines dermique du Lump (voy. fig. 63) n'est spécifiquement distincte de la pointe vitreuse. D'ailleurs, chez les Céphalopodes, comme chez les poissons, ces parois de la capsule auditive produisent sur leur ace interne des concrétions minérales de même nature, ce qui suppose des phénomènes nutritifs identiques de part et d'autre. Chez le Gobius, les otolithes sont au nombre de deux, sous formes d'amas trois ou quatre fois aussi longs que larges, représentant à peu près deux bâtonnets granuleux. La vésicule est plongée au milieu d'un tissu formé de petites cellules sphériques (voy. fig. 11 et 12).

vit pas bien la marche du phénomène chez le Saumon, et il avoue lui-même ne donner les descriptions et les dessins qu'il en a laissés que comme des matériaux pour les recherches à venir. — En effet, les canaux demi-circulaires prennent naissance dans la capsule même, par suite du développement, à l'intérieur de celle-ci, de parties solides qui en divisent la cavité de manière à *réserver* les espaces qui deviendront plus tard les canaux demi-circulaires.

On peut, avec une facilité relative, suivre le développement de l'oreille sur l'embryon du *Labrus bergylta* (voy. fig. 13 à 16). Au moment où les premiers rudiments du squelette de la tête sont déjà apparus, la paroi de la capsule auditive présente intérieurement des éminences sur l'évolution desquelles nous allons revenir. La paroi elle-même n'est pas partout également épaisse : très-mince en dedans, elle a en dehors le sixième environ du petit diamètre de la capsule. La substance en est striée comme chez le Gobius. Les otolithes, au nombre de deux, ont la forme de rosaces assez régulièrement dessinées, verdâtres : l'antérieur est plus gros que le postérieur. On remarque également, aux deux extrémités de la capsule, un peu vers la paroi interne, deux légères éminences couvertes de cils. Elles sont peu élevées, et se distinguent vite, par cela même, des excroissances dont nous allons maintenant parler, et qui, en se réunissant, vont constituer le labyrinthe.

Ces éminences nées de la paroi marchent au-devant les unes des autres de manière à se rencontrer vers le centre de la capsule. Quand elles se sont jointes, elles forment alors des arcades séparant les futurs canaux circulaires. Ceux-ci dérivent directement des espaces laissés libres par la rencontre et la combinaison de ces proéminences.

Elles sont au nombre total de cinq ; mais la cinquième n'apparaît que tardivement, tandis que les quatre autres suivent un développement à peu près parallèle. Deux naissent près l'une de l'autre contre la paroi interne, et les deux autres vers les extrémités du grand axe de la vésicule. Un peu plus tard on voit que ces quatre proéminences ont marché mu-

tuellement à leur rencontre, et se sont réunies de manière à former trois arcades complètes. C'est alors qu'apparaît, contre la face externe de la vésicule, dans le voisinage des deux otolithes, la cinquième proéminence, s'avançant vers l'espèce de pont formé par la série des trois arcades dont nous venons de parler. En même temps, sur ce pont, se développe un nouveau bourgeon qui marche à la rencontre de cette cinquième proéminence : il naît à peu près au niveau de l'arcade médiane, c'est-à-dire sur le point même où se sont soudées les deux proéminences nées de la face interne de la capsule. Ce promontoire et la cinquième proéminence se rencontrent et se soudent à leur tour en décrivant une légère courbure. Le labyrinthe est dès lors constitué. Les arceaux s'élargissent, prenant des inflexions diverses, et dessinent finalement entre eux le trajet compliqué des canaux demi-circulaires.

Comme particularité spécifique se rapportant au dévoloppement de l'oreille des poissons, nous signalerons la petitesse et l'aspect muriforme des otolithes chez l'embryon de Syngnathe.

Nous aurons à signaler plus loin le développement considérable de l'oreille du Gobius pendant la jeunesse de l'animal.

Crâne.

Nous avons dit que les deux capsules auditives devenaient, de chaque côté de l'extrémité antérieure de la corde dorsale, le point de départ du développement des pièces cartilagineuses de la tête. L'extrémité antérieure de la corde n'est le centre génésique d'aucun organe cartilagineux. Cette extrémité, comme le reste de la corde, ne donne naissance qu'à du tissu ostéoïde. L'oreille est le seul centre autour duquel naissent les pièces fondamentales du crâne cartilagineux : chaque capsule auditive est le point de départ de deux prolongements de ce tissu ; l'un se dirige directement en avant, l'autre en dehors et en bas ; mais tous deux se confondent à leur origine autour de la capsule. Nous les décrivons chez le Labre (L. bergylta).

1° La branche qui se dirige en avant, isolée d'abord de la branche similaire du côté opposé, finit plus loin par se réunir à elle, et donne ainsi naissance, sur la ligne médiane, à une sorte de gros tubercule cartilagineux chez certaines espèces, ou de plaque mince chez d'autres, qui sera le point de départ du squelette de la face (fig. 20). Cette dispositiou se retrouve chez un grand nombre d'espèces (Syngnathe, Gobius, fig. 25) : ce sont toujours des branches cylindriques se conjuguant sur la ligne médiane en une masse commune. Au moment où les pièces du crâne ont cet aspect chez le Labre, les otolithes sont apparus dans l'oreille; les éminences couvertes de cils existent dans la capsule, et celles qui doivent, en se réunissant, constituer le labyrinthe commencent à faire saillie. La portion cylindrique des deux branches, ainsi dirigées en avant, est remplie de chondroplastes discoïdes régulièrement empilés; l'extrémité postérieure au contact de la capsule et l'extrémité antérieure offrent de petits chondroplastes de forme à peu près sphérique, irrégulièrement disposés.

2° La branche qui, partant de la capsule auditive, se prolonge d'autre part en bas, a la forme d'une masse pyramidale (fig. 20); elle s'individualisera par suite des progrès du développement, et entrera dans la constitution du *temporal* de Cuvier.

Pour compléter l'énumération des pièces solides de la tête du Labre à cet âge, il faudrait signaler, en plus des deux pièces précédentes, – qui ne forment en réalité, par leur union autour de l'oreille, qu'un seul organe, – deux pièces cartilagineuses cylindriques dessinant la mâchoire inférieure, le *jugal* et le *maxillaire inférieur*, dont nous indiquerons plus loin les rapports. Il n'y a point à cette époque de squelette pour la mâchoire supérieure.

La disposition des parties solides de la tête, telle que nous venons de l'indiquer chez le Labre, représente un squelette des plus élémentaires, puisqu'il n'y a point encore de boîte crânienne, ni aucune partie dure qui rappelle la forme d'une enveloppe propre aux centres nerveux. Par les progrès du développement, la masse cartilagineuse enveloppant la capsule

auditive, se réunit inférieurement à celle du côté opposé, au-dessus de la région antérieure de la corde dorsale, légèrement incurvée en bas, comme nous l'avons indiqué. Le *temporal* se sépare de cette masse commune par scission. La lame cartilagineuse enveloppant les deux oreilles, loge le cerveau qu'elle protége sur les côtés, en dessous et en arrière. Le poisson osseux à cette époque possède donc une boîte crânienne essentiellement composée de cartilage; mais il s'ent faut que celle-ci soit complète et enveloppe tout l'encéphale : en dessus, celui-ci n'est recouvert que par les téguments. En dessous, au moins chez certaines espèces, la boîte cartilagineuse ouverte sur la ligne médiane, est complétée de très-bonne heure par un organe spiculaire qui est une émanation directe et comme le prolongement de l'enveloppe de la corde dorsale.

Cette portion médiane spiculaire de la base du crâne, qui se retrouve chez les têtards de grenouille, paraît avoir échappé à M. Vogt, dans sa belle anatomie des Salmones, remarquable à tant de points de vue, surtout quand on réfléchit à la pauvreté des moyens de recherche dont disposaient alors les anatomistes. M. Vogt donne une figure intéressante du squelette de la tête chez l'embryon du Saumon, au moment où nous nous plaçons. Sa description, quoique visiblement incomplète, ne laisse pas que d'être assez exacte. Il désigne, et nous désignerons avec lui, la boîte crânienne cartilagineuse, telle quelle se présente à cette époque, sous le nom de *plaque nuchale*. On n'oubliera pas toutefois que cette plaque est plus ou moins excavée selon les espèces, particularité qui semble avoir échappé à M. Vogt.

VII. — DÉVELOPPEMENT DE LA FACE.

Le squelette cartilagineux primordial de la tête persiste chez l'adulte, et continue de grandir; en sorte que, chez certaines espèces, le crâne reste formé en partie de tissu cartilagineux, ainsi que le montrent des coupes perpendiculaires à l'axe pratiquées sur la tête du Gobius (fig. 38 à 43). Le

squelette cartilagineux du crâne de l'embryon persiste donc chez les poissons, grandit avec les organes inclus, et, au lieu d'être *remplacé* comme chez les mammifères, est simplement *renforcé* et *complété* par un squelette osseux. C'est ainsi que des organes spiculaires finissent par recouvrir le crâne dans toute la région laissée au début à découvert par la plaque nuchale.

La plaque nuchale est limitée en avant par le globe oculaire, dont elle accuse le contour. Elle tend quelquefois à s'avancer au-dessus de celui-ci par une sorte d'apophyse, à laquelle nous donnerons le nom d'*apophyse orbitaire*. Cette apophyse, en se prolongeant chez certaines espèces, forme au-dessus de l'œil une arcade qui vient rejoindre en avant la masse cartilagineuse antérieure ou *plaque faciale*, ainsi que la nomme M. Vogt. Nous conserverons également ce nom. Il suffira seulement de remarquer qu'il ne saurait convenir à tous les cas, la *plaque faciale* étant assez souvent un organe massif, et d'autres fois une tige grêle fort allongée.

Quant aux deux branches cartilagineuses plus ou moins grêles, à chondroplastes discoïdes, qui se dirigent en avant, et dont nous avons signalé l'apparition précoce chez l'embryon du Labre, elles paraissent constantes et précéder toujours l'apparition de la plaque faciale, qui semble résulter de leur coalescence : M. Vogt à très-exactement signalé ces prolongements chez les Salmones, où il les rapproche des *anses latérales* décrites par Rathke, dans l'embryon de la couleuvre.

Ces anses latérales suivent chez les poissons une évolution atrophique. Tandis que la plaque nuchale et la plaque faciale qu'elles unissent dans le début, continuent de s'accroître pour servir de base, d'une part au squelette du crâne, et de l'autre au squelette de la face, les anses latérales subissent un accroissement proportionnel beaucoup moindre, qui a même pour résultat, chez certaines espèces, d'aboutir finalement à une scission entre la plaque faciale et la plaque nuchale, qui, unies dans le principe, se trouvent ainsi plus tard séparées. Chez d'autres espèces, les deux anses, se soudant avant d'atteindre la plaque faciale, forment une sorte de timon ou *tige*

médiane aboutissant à celle-là. L'espace situé entre les anses latérales parait répondre à l'hypophyse. Toutefois il est facile de s'assurer que, dès les premiers temps de la vie embryonnaire, cette région de la base du crâne est complétement close par le *sphénoïde spiculaire.*

En général, les relations de ces différentes parties avec les organes définitifs sont assez difficiles à déterminer. La tige médiane et la plaque faciale paraissent répondre surtout au *sphénoïde antérieur* du Cuvier. Mais cette dénomination semble ici particulièrement malheureuse. Le sphénoïde, chez les vertébrés supérieurs, continue évidemment, par sa partie basilaire, la colonne vertébrale. Les deux organes cartilagineux qui nous occupent ici ne sont pas dans ce cas. Au contraire, nous trouvons au-dessous de la tige médiane, comme au-dessous du cartilage céphalique, les organes spiculaires qui continuent manifestement la corde dorsale, c'est-à-dire l'axe vertébral, et qui sont en conséquence plus véritablement les représentants du sphénoïde de l'homme.

Mâchoire supérieure.

Le développement de la mâchoire supérieure est relativement tardif. Nous avons vu que, chez le jeune Labre, il n'y a encore aucune trace de parties solides devant constituer la mâchoire supérieure, alors que la mâchoire inférieure a déjà un squelette complexe, dont les diverses pièces sont reconnaissables. Ce fait est en rapport avec cet autre : que la mâchoire supérieure n'est point constituée à l'origine par du tissu cartilagineux, c'est-à-dire qu'il n'y a ni maxillaire supérieur, ni intermaxillaire primordiaux. Les seules pièces cartilagineuses que l'on rencontre chez les poissons dans cette région sont médianes, dépendant le plus souvent de la plaque faciale, et n'ont que des rapports indirects avec les organes solides qui constituent en réalité la mâchoire supérieure.

Mâchoire inférieure et appareil palatin

La mâchoire inférieure est une des parties du squelette des

poissons qui a le plus occupé les anatomistes, et certainement une de celles dont le développement offre le plus d'intérêt, en raison des interprétations diverses dont les organes qui la composent ont été l'objet. Leur connexion intime avec l'oreille est évidente : de même que toute la construction intérieure de l'oreille se retrouve assez peu modifiée des poissons aux vertébrés supérieurs, de même aussi les relations de la charpente solide qui relie les deux organes auditifs, en passant par la symphyse du menton, offrent la plus grande analogie, bien autrement manifeste que celle que l'on a cherché à établir entre les autres parties du crâne des poissons, comparé à celui des vertébrés supérieurs. — Cette ceinture solide, à laquelle nous donnerons le nom d'*arc de Meckel*, en raison de sa nature et de ses rapports, a été bien étudiée par M. Huxley. Elle se retrouve avec les mêmes caractères chez les diverses espèces marines que nous avons observées. Son apparition est toujours précoce. Nous avons indiqué déjà qu'elle se montrait de très-bonne heure chez le Labre, formée des trois pièces qui la caractérisent. La première se confond au début avec la plaque nuchale autour de l'oreille : elle restera en rapport, après s'être individualisée, avec le crâne, et deviendra la première pièce du *suspensorium*, ou, pour parler plus exactement, de la ceinture maxillaire. Nous désignons cette pièce primitive et entièrement cartilagineuse sous le nom de *temporal primordial* (fig. 20 et 21).

Vers sa pointe on découvre, chez l'embryon de Labre éclos du jour ou de la veille, une seconde pièce cartilagineuse, courte, cylindrique, appliquée en partie contre l'extrémité de la précédente et la dépassant en partie. Nous désignons cette pièce, en continuant de nous servir de la nomenclature de Cuvier, sous le nom de *jugal primordial*.

Au jugal primordial succède un troisième cartilage, mince, cylindrique comme le précédent et à chondraplastes discoïdes, mais beaucoup plus long, qui s'étend depuis le niveau de la pointe du temporal jusqu'à la symphyse : c'est donc un *maxillaire primordial*. Le jugal, placé entre celui-ci et la pointe du

temporal, occupe une situation intermédiaire, débordé en arrière par le temporal, et en avant par le maxillaire. Ces rapports détermineront, dans le progrès du développement, ceux des pièces spiculaires nombreuses, qui apparaîtront au voisinage ou au contact de ces trois cartilages primordiaux, sans toutefois qu'ils disparaissent; en sorte que l'on voit persister là, comme au crâne, la structure embryonnaire, simplement masquée par l'apparition d'organes nouveaux.

L'analogie du maxillaire primordial avec le cartilage de Meckel ne peut guère être contestée. Elle a d'ailleurs été indiquée déjà par les anatomistes descripteurs. L'évolution embryogénique démontre encore mieux cette analogie, puisque nous trouvons une ressemblance complète entre le mode d'apparition des pièces qui composent la mâchoire chez les poissons et le mode d'apparition des mêmes parties chez l'homme. Le seul point, et très-important, qui reste à déterminer, est de savoir où il faut limiter en arrière ce qui correspond au cartilage de Meckel, et de rechercher si le jugal et le temporal primordiaux sont les analogues d'organes existant chez les vertébrés supérieurs, ou si ce sont en réalité des organes propres aux poissons, ayant, selon l'expression de M. Huxley, un caractère purement *ichthyque* (1).

Les organes que nous venons d'énumérer, et en particulier le jugal cartilagineux, servent à leur tour de point de départ au développement de l'appareil palatin, qui ne se montre que secondairement. Celui-ci toutefois commence par un cartilage qui semble au début n'être qu'une expansion du jugal primordial. Ce cartilage monte rejoindre la plaque faciale, et plus tard il sert d'appui à plusieurs organes spiculaires qui se développent à sa surface, le renforcent et continuent de coexister avec lui chez l'animal adulte.

(1) Il faut ici noter une particularité curieuse. On trouve fréquemment la tête du temporal primordial percée d'un orifice. Or, M. Owen, dans sa théorie vertébrale, regarde la tête du temporal comme répondant à deux os soudés. Quelque opinion que l'on ait sur la valeur des homologies poursuivie par l'ullustre anatomiste, il est intéressant de signaler un fait qu'il n'aurait pas manqué d'invoquer à l'appui de sa doctrine, s'il l'eût connu.

M. Huxley (1) a bien déterminé les rapports de ces différentes parties sur un embryon d'Épinoche d'un tiers de pouce. Mais, son observation se plaçant à l'époque dont nous parlons, il a été porté à donner dans le développement de la mâchoire inférieure une égale valeur aux parties qui forment l'arc de Meckel proprement dit, et à l'appareil palatin que nous venons de voir apparaître d'une manière toute secondaire et comme par épigénèse sur le *jugal primordial.*

Appareil operculaire.

Les pièces de l'appareil operculaire chez les poissons se développent, *sauf un point du préopercule*, sans cartilages préexistants.

Chez le Gobius, l'opercule apparaît tout d'abord sous la forme triangulaire, en contact par une cupule de substance ostéoïde avec le condyle cartilagineux, sur lequel il continuera de s'appuyer. Il se présente comme une membrane *anhiste*, résistante, insoluble dans la soude, mais qui n'a pas toutefois la forte réfringence habituelle de la substance ostéoïde.

Le préopercule, formé en majeure partie de substance ostéoïde, naît sur un noyau cartilagineux qui se sépare par scission du corps du temporal. Chez le Gobius de 6 à 7 cent. (fig. 33), ce point cartilagineux persiste sous l'apparence d'un nucléus dont nous n'avons pas suivi le développement, mais qui offre, comme celui qu'on trouve dans l'angle de l'intermaxillaire (fig. 22), de larges ostéoplastes.

Chez les *Lophobranches*, où le symplectique est considérablement réduit, le préopercule n'est pas tout d'abord individualisé : il fait partie d'une masse commune de substance ostéoïde qui, plus tard, se sectionne en plusieurs os. Chez le Syngnathe, les rayons branchiostéges sont de toutes les pièces operculaires

(1) *Observ. on the Devel. of some Parts of the Skeleton of Fishes* (*Quart. Journ. of Mikr. Scienc.* 1859).

celles qui apparaissent les premières. On trouve déjà trois rayons branchiostéges longs, bien développés, alors que le fronto-pariétal et la gaîne spiculaire de la tige du temporal primordial ne se laissent encore distinguer que comme deux épines rameuses (fig. 55).

IX. — Développement de l'appareil hyoïdien

L'appareil hyoïdien ou hyobranchial se montre de très-bonne heure chez les jeunes Labres. Dès l'éclosion, il est déjà à peu près constitué et formé de pièces assez nombreuses, alors que les seules parties du squelette existantes sont les anses latérales ou branches du *forceps* (1) et l'arc maxillaire (fig. 20). L'appareil hyoïdien à cette époque comprend *neuf* pièces, toutes à peu près semblables, cylindriques, et ne contenant qu'un seul rang de chondroplastes discoïdes. Une de ces pièces est médiane, dirigée dans le sens de l'axe du corps : nous lui donnerons le nom de *carène*. Les huit autres sont disposées symétriquement en quatre paires de chaque côté d'elle. La première paire en partant de la tête est la plus longue, les autres diminuent progressivement d'étendue.

La première paire est l'hyoïde, les suivantes sont des arcs branchiaux, au nombre de trois paires par conséquent. La quatrième manque ainsi que le pharyngien postérieur. La disposition de ces pièces est remarquable. Il est difficile, quand on considère leur apparition, leurs rapports originels, d'admettre que les unes et les autres appartiennent à deux classes distinctes d'organes : les deux premières, les hyoïdes, relevant du squelette général du corps ; les pièces suivantes, spécialement dépendantes de l'organe de la respiration, constituant une sorte de squelette viscéral, et rentrant par suite dans la catégorie d'os « tels que celui du cœur des ruminants, ou des incrustations

(1) Voy. la note en tête de ce mémoire.

supportant les dents stomacales du homard (1). » Il serait bien invraisemblable que des pièces si essentiellement séparées par leurs affinités naturelles dans l'organisme, eussent cependant une origine telle qu'on ne peut s'empêcher de saisir entre elles ce que les anatomistes ont appelé une « homologie sériale » évidente.

S'il n'était toujours dangereux de se laisser aller en anatomie aux comparaisons de cet ordre, il est certain qu'une autre, bien plus frappante, se présenterait immédiatement, à la vue de la disposition que nous indiquons dans l'embryon du Labre. Cette pièce médiane, ces pièces transversales de la région ventrale du corps, ressemblent absolument à un sternum flanqué de quatre côtes sternales de chaque côté. Si nous parlons d'une comparaison de ce genre, c'est que Geoffroy Saint-Hilaire a assimilé chez les poissons les rayons branchiostéges aux côtes sternales. Il est certain qu'à ne regarder que superficiellement les choses, il eût pu tout aussi bien et avec beaucoup plus de fondement assigner cette homologie aux arcs branchiaux, s'il les avait observés dans cet état de simplicité primitive où ils se montrent chez le tout jeune embryon de Labre.

De bonne heure la première pièce, ou pièce hyoïdienne, prend un développement spécial bien plus accusé que celui des pièces suivantes. De plus, la pièce unique dont chacun des arcs est composé à l'origine, donne naissance, dès les premiers temps de l'évolution fœtale, a un nombre plus ou moins grand de pièces distinctes.

Cette augmentation de nombre paraît se faire surtout par scission du cartilage primitif unique, qui donne ainsi naissance à divers organes définitifs. En tout cas, pendant un certain temps, l'hyoïde aussi bien que les arcs branchiaux et le pharyngien inférieur présentent une constitution absolument identique.

Pour l'hyoïde, un noyau cartilagineux le relie tout d'abord

(1) Owen : *On the Arhetype and Homologies of the Vertebrate Skeleton*, 1845, page 70.

à la tête du temporal. On trouve ce noyau individualisé de très-bonne heure ; peut-être l'est-il dès son apparition, peut-être est-il le résultat d'un premier sectionnement de l'hyoïde. Les anatomistes le regardent généralement comme représentant un *styloïde :* nous lui conserverons ce nom.

Vers la partie interne de l'hyoïde, on trouve plus tard, communément, un noyau cartilagineux s'appuyant sur la carène : ces deux pièces paires sont les *basihyales* d'Owen (1), ou *petites pièces latérales* de Cuvier (2), ou *têtes glénoïdales* d'Agassiz (3). Comme des pièces absolument homologues de celles-ci se retrouvent au niveau des arcs branchiaux, nous les désignerons toutes par le nom de *pièces internes.* (Voy. fig. 31 et 47.)

L'hyoïde primordial, cylindrique dans le principe, se montre bientôt surmonté en arrière par une lame cartilagineuse dont nous avons déjà parlé (4), comme une des places où l'on peut suivre le mieux le mode d'accroissement de la substance cartilagineuse. Sur cette lame s'appuient les extrémités des rayons branchiostéges.

Le développement de la carène est également marqué par une scission en plusieurs organes premiers. L'extrémité antérieure, s'enveloppant de substance spiculaire, devient le *lingual* ou *hyoglosse.* En arrière, chez certaines espèces, l'Athérine entre autres (fig. 47), la carène, par suite du développement, offre des sortes d'ailes, sur lesquelles viennent s'appuyer les arcs branchiaux.

Les diverses pièces constituant l'appareil hyoïdien, c'est-à-dire le styloïde, l'hyoïde et le basihyale, se retrouvent plus ou moins modifiées, mais toujours avec les mêmes rapports (sauf celui du styloïde avec le temporal) sur les arcs branchiaux qui suivent. Chaque arc répond lui-même au corps de l'hyoïde, et il présente communément à ses deux extrémités, en dedans et en dehors, des pièces répondant, l'une au basihyale, et

(1) *On the Archetype*, etc., p. 69.
(2) *Hist. nat. des poissons*, t. I, 1828.
(3) *Recherches sur les poissons fossiles.*
(4) Voy. ci-dessus, année 1875, p. 297.

l'autre au styloïde, avec cette différence, toutefois, que cette dernière, c'est-à-dire la pièce externe, est libre et recourbée en dedans ; elle est souvent bifurquée.

Plus tard se développent, perpendiculairement à la direction des arcs, de petits cartilages cylindriques ayant absolument le caractère des cartilages embryonnaires, et qui porteront les lames branchiales.

Les pièces externes qui terminent en dehors les arcs branchiaux, forment la série des *pharyngiens supérieurs* ; elles répondent manifestement, si l'on a égard à l'homologie primitive des parties, aux styloïdes, quoique inclinées en sens inverse. Les pharyngiens à cette époque sont encore dépourvus de dents. Ils ne sont point formés, comme l'arc lui-même, de cartilage à chodoplastres discoïdes, qui semble en général n'appartenir qu'aux organes primordiaux.

Un cinquième arc, complétement analogue aux autres quand il apparaît, constitue les *pharyngiens postérieurs*. Il est longtemps dépourvu de pièces additionnelles aux extrémités de ses deux pièces. Elles se rejoignent sur la ligne médiane en arrière du bout de la carène, et se couvrent de bonne heure de dents à leur surface (fig. 31).

Les arcs cartilagineux, qui doivent donner naissance plus tard tant à l'hyoïde qu'aux arcs branchiaux proprement dits et aux pharyngiens postérieurs, ne se montrent pas d'abord avec leur nombre définitif. On en trouve trois seulement à l'époque de l'éclosion chez le Gobius (fig. 27), quatre chez le Labre (fig. 20). Ils apparaissent vraisemblablement dans l'ordre même de leur succession.

IX. — Du développement du crane chez certaines espèces en particulier.

Nous nous proposons actuellement de suivre de plus près, chez diverses espèces, l'évolution de la tête, dont nous venons d'indiquer les traits généraux. Les deux espèces qui

ont principalement servi à nos recherches sont, d'une part, le Gobius (niger?) et de l'autre, le Syngnathe (Sacus), que nous avions à Concarneau avec une égale abondance. Nous avons ajouté à la description détaillée du crâne primordial de ces animaux la description plus sommaire de celui de quelques autres espèces, telles que l'Ablette (Alburnus lucidus?), l'Athérine (Atherina presbyter?), comme types de malacoptérygiens, et l'Anchois (Clupea ...?), dont nous avons pu nous procurer de jeunes exemplaires dans la collection de M. Coste.

Quand les animaux étaient frais ou vivants, nous avons procédé en les faisant macérer dans la liqueur de Müller. Ce liquide a l'avantage de faciliter la dissociation des parties sans altérer la cohésion de la substance cartilagineuse elle-même. Quand la macération a été suffisamment prolongée, on procède à la dissection avec des aiguilles fines et avec le pinceau. Il peut arriver que les tissus aient acquis un degré de mollesse qui rende difficile la séparation des parties : alors on ramène la pièce au degré de dureté convenable en la mettant pendant deux ou trois jours dans de l'alcool faible.

Un autre procédé, également excellent pour l'observation des tissus de ces jeunes embryons, est de les plonger dans l'acide chlorhydrique dilué à moins de 10 p. 100. On aura la précaution, dans ce cas, si l'on désire colorer ensuite les préparations, de laver les pièces dans une solution d'eau très-légèrement ammoniacale. Ce procédé nous a surtout servi dans l'étude des embryons très-jeunes.

Nous avons pu également disséquer des embryons de poisson conservés dans de l'alcool faible, avec autant de facilité que ceux qui avaient été traités le plus heureusement par la liqueur de Müller ou l'acide chlorhydrique. Des embryons conservés dans l'acide chromique faible ont été tout à fait impropres aux recherches de ce genre (1).

Avec les pièces macérées dans la liqueur de Müller, la trans-

(1) Il convient toutefois de faire ici une réserve sur le degré de pureté de l'acide chromique employé, dont nous n'avons pu alors nous assurer.

parence est suffisante, et on peut les observer directement dans l'eau ; celles qui ont été traitées par l'alcool devront être éclaircies par la glycérine. En général, afin de conserver dans leurs rapports mutuels les pièces toujours délicates de la charpente céphalique des poissons, le mieux est d'observer directement : on place les pièces, avec le véhicule, dans un verre de montre sans le recouvrir (1), et on se sert de lentilles faibles. Les objectifs 1 et 2 de Nachet, par exemple, sont toujours suffisants. L'agitation de l'eau, que peut déranger la pièce, cesse en général rapidement. Elle est nulle avec la glycérine, dont la viscosité a ici de grands avantages.

Le crâne primordial est toujours formé de parties plus ou moins compliquées et disposées sur plusieurs plans. Il est assez difficile, quand on veut se rendre un compte exact de la relation de ces parties et la figurer, d'arriver à ce but avec le microscope ordinaire. Nous avons retiré au contraire un avantage considérable du microscope binoculaire de Nachet, que nous croyons avoir employé le premier à l'étude morphologique du développement. L'instrument en question est certainement appelé par ce côté à rendre aux anatomistes descripteurs d'importants services qu'ils ne paraissent pas encore lui avoir demandés. C'est en disséquant les crânes d'embryon de poisson à la loupe avec des aiguilles, et en les observant ensuite au microscope binoculaire, plongés dans la glycérine, que nous avons obtenu les résultats les plus satisfaisants, et que nous avons pu représenter ces parties avec une exactitude relative qu'on appréciera par la comparaison de nos planches avec celles d'observateurs même aussi habiles que M. Vogt, mais se servant du microscope monoculaire.

A. Gobius.

La figure 11 représente l'embryon de Gobius dans l'œuf avant

(1) Une petite précaution indispensable est de placer le verre de montre sur une bande de verre qui permet de déplacer celui-là sans imprimer une agitation trop grande au liquide.

l'apparition de tout squelette cartilagineux. Les vésicules auditives sont très-distinctes; elles sont isolées au milieu de tissus mous. Les deux otolithes sont apparus ; ils ont la forme de petits cumulus allongés, grenus, et non la figure circulaire qu'ils auront au moment de la naissance.

A l'époque où les premières traces du squelette se montrent autour de l'oreille, le pigment choroïdien a déjà fait son apparition; l'animal est susceptible de mouvements; on distingue le canal intestinal muni d'un épithelium épais, et divisé en deux parties reconnaissables à des caractères anatomiques spéciaux ; enfin, les chromoblastes rouges et jaunes commencent à se montrer. Il n'y a point trace de cavité buccale, laquelle ne prendra naissance que quand l'arc de Meckel sera formé (1).

Au moment de la naissance, le squelette cartilagineux du crâne, de la mâchoire inférieure et de l'appareil hyoïdien, offre déjà un certain degré de complication. Il est représenté dans les figures 25, 26 et 27. Toutefois la figure 25 appartient à un individu probablement plus jeune de quelques heures.

La corde dorsale ne présente dans toute son étendue aucune trace d'appendice quelconque.

La queue n'offre que des rayons primaires. (Voy. ci-dessous.)

Les parois de l'oreille sont sensiblement épaissies en dedans; le développement intérieur de l'organe est avancé, mais la disposition des parties est beaucoup plus difficile à apprécier que chez le Labre.

Le crâne est uniquement constitué par la plaque nuchale, s'étendant de l'oreille à la corde dorsale en arrière de la pointe de celle-ci, qui reste libre. Au voisinage de cette pointe, entre les deux branches du *forceps*, on peut suivre la transformation, non encore complétement accomplie, du tissu générateur en tissu cartilagineux. On ne distingue aucune trace de sphénoïde.

(1) Voyez Pouchet : *Développement du macropode*. (*Rev. et Mag. de zool.*, 1872, p. 369.)

En avant, les deux anses latérales se réunissant, forment une large plaque faciale très-mince, étalée horizontalement et qui constitue seule tout le squelette de cette régton.

L'arc de Meckel est constitué sur le type que nous avons indiqué, par trois cartilages : temporal, jugal et maxillaire primordiaux, s'appuyant d'une part à l'oreille, et de l'autre rejoignant sur la ligne médiane ceux du côté opposé.

Le temporal primordial paraît appliqué sur une sorte de bourrelet cartilagineux enveloppant la paroi interne et inféro-antérieure de l'oreille. Il présente en arrière une éminence contre laquelle vient s'appuyer le styloïde, déjà distinct, et dont les dimensions sont exiguës. Le jugal et le maxillaire n'offrent aucune particularité méritant d'être signalée.

L'appareil hyoïdien n'est pas moins simple que le reste de la tête. Il comprend : 1° un *cartilage lingual*; 2° une carène ; 3° un arc hyoïdien ; 4° deux arcs branchiaux seulement.

Le cartilage lingual est sphérique ; il est détaché du reste de la carène, avec laquelle il ne paraît point avoir à aucune époque de relation directe.

La carène, très-courte, cylindrique, commence plus en arrière.

L'arc hyoïdien comprend l'hyoïde, terminé en dehors, comme nous l'avons indiqué, par un styloïde déjà distinct; et en dedans par un basihyale. Celui-ci rejoint le basihyale opposé entre le cartilage lingual et la carène.

Le premier des deux arcs branchiaux est légèrement recourbé en arrière de l'extrémité interne du second.

Animal long de 10 *à* 15 *millimètres.* — Les termes de comparaison nous ont manqué entre le Gobius à la naissance, et l'âge où l'animal mesure de 10 à 15 millimètres (fig. 28 à 31).

A cette époque, l'oreille offre un développement proportionnel considérable. Elle remplit toute la fosse occipitale. Les canaux demi-circulaires montent à la rencontre l'un de l'antre en arrière de l'encéphale, presque jusque sur la ligne médiane. Ils sont logés dans une masse cartilagineuse enveloppée par l'ancienne plaque nuchale, dont les bords se sont eux-mêmes

rejoints (fig. 29) au-dessus du trou occipital. Les otolithes ont la forme discoïde (1). Le postérieur est volumineux, l'autre en avant est plus petit. A la partie interne de l'oreille, juste en arrière de l'otolithe quand on regarde l'animal par le profil, une énorme cellule pigmentaire s'étale entre l'organe auditif et la masse cérébrale. Une autre cellule pigmentaire, existe aussi un peu plus haut. La présence de ces cellules contre l'oreille est intéressante, parce qu'elle se rattache à ce voisinage constant du pigment et des organes nerveux chez les poissons, et jusque chez l'Amphioxus, conformément à la loi formulée par Heusinger.

L'animal, observé vivant à cette époque, c'est-à-dire quand il est long de 10 a 15 millimètres, est d'une transparence parfaite. Toute trace de vitellus a disparu, et la vessie natatoire commence à se remplir d'air. Elle est tapissée extérieurement par de grandes cellules pigmentaires, qui laissent tomber sur elle, à droite et à gauche, leurs prolongements comme des coulées d'une substance huileuse. La corde dorsale présente des segments bien distincts, répondant à chaque vertèbre. Le premier ne surpasse pas beaucoup les autres en longueur; il est légèrement incliné en bas. L'enveloppe de la corde est épaisse, et se termine par une pointe mousse, vers le tiers de la distance qui sépare le trou occipital des fosses orbitaires.

Sur ce premier segment de la corde, repose le *crâne primordial* formé par le développement de la plaque nuchale, et qui est encore à cette époque entièrement cartilagineux. Il représente une boîte incomplète enveloppant à la fois l'oreille et la région postérieure de l'encéphale, boîte formée de deux lames distinctes qui se relèvent à droite et à gauche autour de l'oreille et viennent se rejoindre sur la ligne médiane (2). Les figures 28 et

(1) Les otolithes ne sont point figurés sur nos dessins, parce que ceux-ci ont été faits d'après des préparations macérées dans des liquides qui ont détruit ces corps, ou du moins qui en ont dissous les sels calcaires.

(2) Cette disposition rappelle évidemment jusqu'à un certain point l'arc neural des autres vertébrés, dont l'occipital cartilagineux a à la fois la disposition générale et

29 feront au reste mieux comprendre que toute description la forme et les rapports de ce crâne cartilagineux.

La plaque nuchale ne loge pas dans son épaisseur l'extrémité de la corde, mais repose sur elle ; de même qu'à la queue, les pièces cartilagineuses qui soutiennent les rayons, se développent en général au-dessous de la corde et non autour d'elle. Chaque moitié de la plaque semble prendre solidement appui sur la corde par un renflement avoisinant la région du trou occipital ; en même temps, toutes deux paraissent réunies par un très-petit pont de substance cartilagineuse passant en avant de la pointe de la corde. M. Vogt a décrit chez les Salmones une disposition analogue.

Le cartilage céphalique est largement ouvert en dessus dans toute la moitié antérieure de sa longueur. Les deux lames dont la réunion forme la plaque nuchale, n'occupent à ce niveau que les côtés; elles n'occupent également qu'une petite portion de la face inférieure de la cavité crânienne. Sur leur bord légèrement épaissi, elles présentent une disposition particulière des chondroplastes rangés en lignes perpendiculaires à ce bord.

Le bord antérieur des lames, coupé à peu près transversalement, limite l'orbite. Il présente de chaque côté, en haut, une *apophyse orbitaire* s'avançant au-dessus de l'œil. Celle-ci s'étend fort loin en avant et vient rejoindre, en formant une sorte d'*arcade sourcilière*, le squelette cartilagineux de la face.

M. Vogt indique chez les Salmones le plancher de la cavité crânienne comme étant largement perforé dans son centre. Nous avons dit que chez le Gobius, à la naissance, les deux lames cartilagineuses sont séparées vers l'extrémité de la corde par du tissu générateur. A l'époque dont nous parlons actuellement, elles le sont par une lame de substance ostéoïde en relation avec l'enveloppe de la corde, qui se continue par cette lame : c'est donc un véritable sphénoïde. Il est, bien

les rapports avec la corde. L'homologie est évidente, mais cette vertèbre crânienne occipitale est la seule que présentent en réalité les téléostiens.

plus que le cartilage céphalique, une émanation de la corde dorsale qu'il prolonge en avant, offrant la même nature histologique que les corps vertébreux primordiaux, nés d'ailleurs, comme lui, de l'enveloppe de celle-là.

Nous n'avons pu déterminer exactement à cet âge le mode de terminaison en avant de ce sphénoïde et ses rapports exacts avec le crâne primordial cartilagineux. Il est probable qu'au début le cartilage repose sur ce sphénoïde spiculaire, et y adhère intimement, comme on le voit chez d'autres espèces, telles que le Syngnathe.

Chez le Gobius adulte, les coupes transversales pratiquées sur le crâne montrent à la base de celui-ci deux lames cartilagineuses séparées sur la ligne médiane et enveloppée par deux feuillets de substance ostéoïde dépendant de ce sphénoïde (fig. 38 et 39).

Les *anses latérales* sont restées grêles, et paraissent même déjà interrompues dans leur continuité. La tige médiane qu'elles forment par leur réunion est courte, et se dilate aussitôt en une masse cartilagineuse considérable, directement dérivée de la plaque faciale primitive.

Cette masse, d'une forme irrégulière, et dont le dessin peut, mieux que toute description, indiquer la figure, présente latéralement une apophyse recourbées en bas, et un prolongement qui se relève en arrière au-dessus de l'œil pour rejoindre l'apophyse orbitaire de la plaque nuchale. Il en résulte que la plaque faciale, à cette époque de la vie du Gobius, est en rapport de chaque côté avec la plaque nuchale par une arcade sourcilière cartilagineuse complète. Cette arcade présente vers son milieu une sorte d'angle saillant en dedans. Il semble également qu'on découvre vers son milieu la trace d'une soudure, comme si la plaque faciale et la plaque nuchale avaient envoyé de part et d'autre deux prolongements cartilagineux qui se seraient rencontrés et unis. Quoi qu'il en soit, à l'époque où se place notre observation, le cartilage nuchal et le cartilage facial sont doublement reliés l'un à l'autre à la fois par les anses latérales et par ces arcades sourcilières.

Celles-ci répondent par leur situation au fronto-pariétal que nous verrons chez d'autres espèces, telles que le Syngnathe, se développer sans être précédé de cartillage. On peut noter également que l'extrémité antérieure de cette arcade rappelle par sa situation celle d'un cartilage qu'on trouve isolé chez le Syngnathe, et qui paraît être un *nasal.*

Mâchoire supérieure. A l'époque qui nous occupe, c'est-à-dire lorsque le Gobius mesure 10 à 15^{mm} de long, on trouve en avant de la plaque faciale, déjà considérablement transformée, un noyau de substance cartilagineuse isolé. Il est à peu près sphérique, et il est enveloppé d'un tissu finement fibreux que l'on voit en différentes places appliqué contre la substance cartilagineuse. Il semble formé de très-petits noyaux et de cellules fusiformes extrêmement grêles. Cet organe reste cartilagineux pendant toute la vie de l'animal. Il sert d'appui aux os de la mâchoire supérieure (fig. 22, et 28 à 30).

De chaque côté de ce noyau se voient deux os spiculaires (fig. 30), présentant cependant un différence très-accusée. Le premier est une mince lame courbe repliée sur elle-même en gouttière, plongée au milieu des tissus. L'extrémité supérieure ou interne avoisine simplement l'extrémité correspondante de l'organe symétrique, sans rien de particulier : c'est l'*intermaxillaire.* Le second os spiculaire offre une structure différente; il représente un filament arrondi, mince, en forme d'arête ; mais il est en rapport à la partie supérieure avec une sorte de *boucle* dont nous avons parlé plus haut (1). C'est le *maxillaire supérieur.*

Même alors que le squelette du Gobius a revêtu les caractères définitifs qu'il aura chez l'adulte (fig. 22), l'intermaxillaire ou dentaire conserve cette apparence d'une lame repliée sur elle-même; il est toujours essentiellement formé de substance ostéoïde; il porte à son extrémité interne une apophyse montante, également spiculaire, dont la pointe avoisine le noyau cartilagineux médian signalé plus haut : dans l'angle que

(1) Voy. ci-dessus, année 1875, p. 293.

forme la branche de l'os avec cette apophyse, on distingue chez l'adulte un noyau cartilagineux, transformation de la boucle de la tête du maxillaire. Elle paraît se souder tardivement à la substance ostéoïde du dentaire, et finit par faire corps avec lui.

Les dents se développent d'abord vers le milieu de la longueur du dentaire, avant qu'il ait changé de figure, et quand son extrémité interne est seulement un peu épaissie.

Mâchoire inférieure. Si nous passons à l'étude de la mâchoire inférieure, nous voyons que, chez le Gobius long de 10 à 12 millimètres, les rapports des parties ne se sont pas encore sensiblement modifiés (fig. 30).

Le *temporal primordial*, complétement individualisé, s'applique, par une tête largement renflée, munie de proéminences en forme de condyles, contre la région antérieure et latérale de la plaque nuchale. Cette large tête se continue par une branche grêle, cylindrique, subitement terminée en biseau à son extrétrémité inférieure.

Le *jugal primordial* est appliqué contre le bord antérieur de cette branche, qu'il dépasse à son tour. On peut constater que, dès cette époque, le jugal a donné naissance à un prolongement qui s'est développé sur son bord antérieur, comme par une sorte de végétation se faisant à la surface de l'organe primitif, et sans que la constitution de celui-ci en paraisse elle-même modifiée. C'est le premier rudiment de l'appareil palatin, qui, par conséquent, à cette époque, fait corps avec le jugal. Il se présente sous l'aspect d'une mince lame triangulaire occupant la moitié de la longueur du cartilage primitif, et dont la pointe tout à coup atténuée se continue par une tige cartilagineuse extrêmement grêle, remarquable par la petitesse de ses chondroplastes. Cette tige se termine supérieurement par une tête renflée qui vient s'appuyer contre le prolongement latéral que nous avons signalé sur le côté de la masse faciale. Il est probable que ce renflement cartilagineux n'est pas lui-même une expansion du jugal, qu'il naît isolément et que la mince traînée de cartilage résulte de la réunion de deux

prolongements s'avançant en sens inverse, pour se réunir, d'après un procédé de coalescence non moins fréquent, dans le squelette primordial que le procédé inverse aboutissant à la scission. Nous pouvons ajouter que la lame triangulaire, alors qu'elle naît sur le jugal, et qu'elle ne se continue pas encore par la tige cartilagineuse dont nous parlons, ne se distingue que difficilement, sur ses bords, du tissu environnant.

Le jugal primordial, dépassant l'extrémité du temporal, s'articule seul avec le *maxillaire primordial*. Celui-ci présente à ce niveau une sorte de cavité sygmoïde qui reçoit le jugal ; il s'étend d'autre part jusqu'à la symphyse.

Appareil hyoïdien. A l'âge qui nous occupe, c'est-à-dire quand le Gobius mesure 12 à 13 millimètres de long, l'appareil hyoïdien se compose de pièces nombreuses et nettement distinctes (fig. 31).

Sur la ligne médiane, le cartilage lingual a pris une forme à peu près triangulaire, large en avant, étroit en arrière, où il s'engage entre les deux basihyales pour rejoindre la carène.

Celle-ci reste toujours reconnaissable à sa forme cylindrique, à sa rangée unique de chondroplastes discoïdes. Elle semble toutefois végéter de chaque côté sous forme d'une très-mince lame cartilagineuse apparue par suraddition, et qu'on distingue surtout bien entre les pièces internes des arcs branchieux qui s'appuient sur elle.

Les arcs branchiaux sont au nombre de quatre. Les deux pièces internes du troisième, au lieu d'être entièrement séparées, comme celles des deux premiers, par la carène, se joignent sur la ligne médiane en arrière de cette dernière. En arrière de ces deux pièces s'en trouve une autre médiane sur laquelle s'appuie le quatrième arc branchial : cet organe unique (*copula*) paraît donc avoir la signification de deux pièces internes soudées.

Les quatre premiers arcs branchiaux ont des pièces externes (pharyngiens supérieurs).

Plus en arrière se montre enfin un *pharyngien postérieur*

faisant suite et répondant à la longue pièce moyenne des arcs précédents, et également formé de chondroplastes discoïdes, mais sans qu'aucune pièce additionnelle se montre encore à ses extrémités. Par contre, chaque pharyngien posérieur porte à cette époque, sur sa partie moyenne, deux dents bien développées, et probablement appuyées sur une très-mince couche de substance ostéoïde née à la surface du cartilage.

Chez le Gobius de 10 à 12 millimètres, la lame cartilagineuse, surajoutée à l'hyoïde primordial, et dont nous avons parlé plus haut (1), se continue par une membrane spiculaire extrêmement mince. Une démarcation bien nette sépare cette la lame anhiste des chondroplastes qui bordent la portion cartilagineuse de l'organe. — Une lame verticale médiane qui se développe sous la carène primordiale, présente les mêmes particularités : elle se montre d'abord avec l'apparence d'une membrane extrêmement mince à bords déchiquetés et même percés de trous.

Tête de l'adulte. Si nous envisageons maintenant un Gobius parvenu à la taille de 5 à 6 centimètres, et même complétement adulte, il est facile, par des coupes perpendiculaires à l'axe de la tête, de se rendre compte des rapports de la substance ostéoïde et de la substance cartilagineuse. L'une et l'autre n'ont point cessé de s'accroître, en conservant la même tendance commune au sectionnement (fig. 35 à 43).

Les deux lames cartilagineuses latérales, apparues dès l'origine de chaque côté de la corde, se sont épaissies (fig. 38). Elles restent séparées sur la ligne médiane par le sphénoïde spiculaire, qui étend de chaque côté, au-dessus et au-dessous de chaque lame cartilagineuse, deux lames de substance ostéoïde exactement appliquées à leur surface. La supérieure disparaît bientôt (fig. 39), et le cartilage se trouve ainsi immédiatement en contact avec l'encéphale, tandis qu'il continue de reposer inférieurement sur le sphénoïde spiculaire. Plus en avant, le cartilage disparaît à son tour (fig. 40), et le sphénoïde

(1) Voy. ci-dessus, année 1875, p. 297.

spiculaire reste seul pour constituer le plancher de la cavité crânienne, jusqu'au point où on retrouve cet os plus en avant, en contact de nouveau avec la masse faciale cartilagineuse. Celle-ci, appuyée sur le sphénoïde, forme d'abord une véritable cloison soutenant les os de l'extrémité supérieure de la tête (fig. 41 et 42) ; tout à fait en avant, cette cloison, qui était déjà épaisse, se renfle en une masse volumineuse à peu près complétement enveloppée de substance spiculaire (fig. 43).

Appareil maxillo-palatin. Quand on veut suivre les modifications que subit cet appareil, on retrouve sans difficulté sur le Gobius de 22 millimètres toutes les parties constituantes apparues dès l'origine (fig. 32). Les cartilages se sont seulement enveloppés de substance ostéoïde en même temps que, par suite du travail évolutif, ils ont subi sur certains points une scission complète en divers organes premiers distincts, et sur d'autres points, une altération plus ou moins manifeste. Le temporal primordial s'est tout d'abord divisé en deux : *temporal* et *symplectique* : une ligne de démarcation très-nette dans le cartilage accuse la limite des nouveaux organes premiers.

Les deux condyles cartilagineux par lesquels le temporal s'articule avec le crâne, se sont considérablement allongés ; ils sont enveloppés, sauf aux extrémités, par une gaîne de substance ostéoïde. — En arrière, une autre tête toute pareille s'engage dans une cavité correspondante de l'*opercule* spiculaire. — Plus bas, en arrière, deux têtes, moins distinctes à la vérité, sont en rapport, la première avec le styloïde, la seconde avec le noyau cartilagineux du préopercule. Toutes ces parties ont déjà les dimensions proportionnelles et les rapports qu'elles garderont plus tard.

Au-dessous de la région de ces condyles, se trouve la ligne de démarcation qui sépare le temporal du symplectique. Celui-ci est formé d'un double cône, très-irrégulier, de substance cartilagineuse, enveloppé de substance spiculaire. Il semble, d'autre part, que la pointe du symplectique tende elle-même à se séparer ; en sorte que le temporal cartilagineux primordial

répondrait ainsi à trois organes définitifs : 1° *le temporal*; 2° *le symplectique* ; 3° et *le petit cartilage angulaire terminal.*

Le cartilage dérivé du jugal primordial subit une scission tranversale analogue à celle du temporal. La portion attenante au symplectique se développe peu; elle garde sa forme conique originelle, et s'enveloppe en partie d'une lame spiculaire qui forme le *tympanal* d'Owen. — L'autre portion, en rapport avec le maxillaire, s'épaissit, se renfle considérablement : elle est, comme la première, recouverte de substance ostéoïde, qui se prolonge en arrière pour former l'éperon en rapport avec le préopercule : c'est le *jugal* definitif. On continue de distinguer la masse cartilagineuse répondant au jugal primordial, et la portion cartilagineuse développée sur lui par suraddition, qui a été le point de départ de l'appareil palatin (voy. p. 62). Cette dernière portion cartilagineuse, malgré le changement de forme des parties, ne se confond complétement à aucune époque avec la masse cartilagineuse dérivée du jugal primordial, et sur lequel elle s'est en quelque sorte greffée au début.

La tige bifurquée au sommet qui constituait le palatin primordial, garde à peu près la même figure. En bas elle se recouvre, mais sur sa face antérieure seulement, d'un os spiculaire triangulaire, le *transverse*, qui s'applique, d'autre part, sur la masse cartilagineuse du jugal.

La partie supérieure de la tige cartilagineuse se loge dans une gouttière située d'abord à la région interne, puis dans le centre même d'un os qui reproduit la forme bifurquée primitive du cartilage, et qui est le *palatin*.

Le *maxillaire inférieur* primordial, de son côté, augmente peu de volume et s'acccroît seulement en longueur. Il sert de base au développement de deux os spiculaires : 1° l'*articulaire* ; 2° le *dentaire*, au centre desquels on retrouve pendant toute la vie de l'animal la tige cartilagineuse primitive, à peine modifiée dans sa forme. L'*angulaire* ne paraît pas exister, comme organe premier, chez le Gobius.

Nous ajouterons, pour compléter ce tableau de la multiplication des pièces céphaliques du squelette chez le Gobius, que

l'hyoïde se sectionne en deux organes premiers, l'un externe, plus petit, l'autre interne, plus grand (*épihyale* et *cératohyale* d'Owen).

Tout ce qui précède permet de tracer le tableau suivant de la multiplication des organes squelettiques de la région que nous venons d'envisager. Nous indiquons par des italiques les organes cartiligineux primordiaux, et en romain les organes spiculaires qui forment le squelette définitif. On n'oubliera pas, toutefois, que la plupart de ces derniers, quand on les sépare, entraînent avec eux des portions cartiligineuses qui se sont simultanément plus ou moins individualisées.

1° *Hyoïde*..............	Pièce externe (Epithyale). Pièce interne (Cératohyale).
2° *Styloïde*.	
3° *Temporal primordial*.	Temporal. Symplectique. Pièce terminale (?). Préopercule.
4° *Jugal primordial et appareil palatin*.	Tympanique. Jugal. Transverse. Palatin.
5° *Maxillaire primordial*.	Articulaire. Dentaire.

Il n'y a donc que le petit styloïde qui ne subisse point de multiplication. Nous avons dit plus haut que, peut-être, cet organe dérivait par scission du temporal primordial, mais nous n'avons pu vérifier directement ce point.

Si nous comparons l'état des parties que nous venons de décrire chez le Gobius long de 22 millim. à ce qu'elles sont chez l'individu long de 48 millim. (fig. 33), nous ne trouvons pas de changement important dans leur disposition générale, mais seulement dans la proportion de cartilage par rapport à la substance ostéoïde. Les prolongements cartilagineux qui forment les condyles du temporal, s'étranglent vers la base; celui qui est en rapport avec le noyau cartilagineux du préopercule semble s'isoler encore davantage.

La branche cartilagineuse qui occupe la longueur du sym-

plectique, paraît s'étrangler dans sa partie moyenne en même temps qu'elle s'est allongée. Cette apparence est due simplement à la largeur croissante des extrémités du cartilage, à mesure qu'il s'allonge : il se comporte comme le cartilage primordial des os longs des vertébrés supérieurs.

La masse cartilagineuse du jugal a encore augmenté de volume proportionnel. La portion par laquelle se continue la tige palatine est toujours distincte et semble, par la direction de ses chondroplastes, partager la portion de la masse cartilagineuse moyenne qui répond au jugal de celle qui répond au tympanique.

La tige palatine demeure libre dans une partie de son étendue; en avant, elle est recouverte par le transverse.

Sur un Gobius long de 60 à 70 millimètres, le maxillaire cartilagineux primordial n'a changé ni de forme ni de rapports. Il s'étend toujours de son articulation avec le jugal à la symphyse, où il se termine sans s'unir à l'organe opposé. Il est enveloppé de plus en plus par l'*articulaire* et le *dentaire*, sans paraître tendre à se sectionner et à se partager entre ces deux os : on le brise quand on les sépare. S'il a été décrit généralement avec le dentaire, c'est qu'il s'atténue en s'engageant dans l'articulaire, et se rompt ordinairement au point où il commence d'adhérer à ce dernier.

L'articulaire ne présente pas de changement bien notable. La cavité qui roule sur la tête du jugal est maintenant formée par le tissu ostéoïde, après avoir été creusée au début dans le tissu cartilagineux même du maxillaire primordial.

Le dentaire est constitué par une très-mince lame de substance ostéoïde repliée aur la tige cartilagineuse du maxillaire primordial. Cette lame présente, sur sa double crête, des saillies qui servent de supports aux dents.

Chez le Gobius adulte, l'état du squelette de la mâchoire inférieure (fig. 34) diffère fort peu de ce que nous venons de décrire sur l'individu de 60 à 70 millimètres. Les prolongements cartilagineux de la tête du temporal s'étranglent de plus en plus à leur base; la continuité des différentes parties cartilagineuses

de l'organe devient plus difficile à saisir, peut-être cesse-t-elle d'exister. Le prolongement en rapport avec le noyau cartilagineux du préopercule s'accentue.

La tige cartilagineuse du symplectique semble s'étrangler de plus en plus vers le milieu de sa longueur, en même temps qu'elle s'élargit à la partie supérieure.

Le cône cartilagineux du tympanique a encore augmenté, tandis que la portion cartilagineuse en rapport avec le jugal n'offre pas la même disproportion. Il en résulte un changement notable dans la figure de la masse cartilagineuse commune. La tige palatine, en se prolongeant, semble toujours séparer les deux parties du cartilage en rapport, l'une avec le tympanique et l'autre avec le jugal : elle paraît s'enfoncer entre les deux, et vient même pénétrer dans une sorte d'entaille que présente, sur son bord antérieur, le symplectique spiculaire.

La partie inférieure de la tige palatine, recouverte en avant par le transverse agrandi, continue d'être libre en arrière.

Crâne de l'adulte. — Il nous reste, pour compléter la description du crâne du Gobius adulte, à indiquer dans quelle mesure le squelette cartilagineux primordial persiste et s'accroît sous les parois osseuses de la tête, de manière à envelopper l'encéphale presque de toutes parts (fig. 35 à 40).

Le *basioccipital* envoie de chaque côté deux lames spiculaires qui recouvrent en dessus et en dessous, comme nous l'avons indiqué (p. 60), les deux portions latérales de la plaque nuchale initiale (fig. 38 et 39).

Le *sphénoïde* spiculaire s'étend sous la plus grande partie de ces deux lames cartilagineuses, qui demeurent séparées par une double crête médiane. Elles ne se touchent en aucun point. Mais en avant du basioccipital, comme nous l'avons indiqué, elles ne sont plus revêtues qu'en dessous par le tissu spiculaire.

Il semble, en même temps, que des solutions de continuité se soient faites dans la longueur des lames cartigineuses primitives : c'est ainsi que l'articulation du basilaire avec l'occipital latéral est exclusivement spiculaire, tandis qu'on retrouve sous

l'occipital latéral et l'occipital externe la voûte cartilagineuse, — considérablement agrandie, — qui enveloppait en arrière l'encéphale de l'embryon.

Cette voûte cartilagineuse s'étend au-dessous des *occipitaux latéraux*, des *mastoïdes*, des *occipitaux externes*, et enfin de l'*occipital supérieur*. Sur la ligne médiane, le bord antérieur de cette voûte (fig. 35 et 36) correspond, à peu près, au petit diamètre de l'occipital supérieur. Sur les côtés, elle se prolonge, au contraire, dans le *post-frontal* et l'*orbito-sphénoïdal*. En bas, les rapports de la voûte n'ont pas varié, elle occupe l'épaisseur du *rocher*.

Le bord antérieur de ce dernier se relève en dehors, pour limiter un large orifice par lequel sortent des nerfs ; cette région répond à la portion de la plaque nuchale, qui dans l'origine se continuait par les anses latérales, de bonne heure interrompues chez cette espèce, ainsi que nous l'avons indiqué.

En dehors du même orifice, l'*orbito-sphénoïdal* est formé surtout de cartilage à peine recouvert de substance spiculaire ; celle-ci, en particulier, ne s'étend pas sur sa face supérieure (fig. 35). Cette région cartilagineuse, dans son ensemble, représente l'apophyse orbitaire du crâne primordial.

Sur la face supérieure cartilagineuse de l'orbito-sphénoïdal, repose en partie le *frontal principal*. Cet os, qui forme la voûte orbitaire, est exclusivement spiculaire. Il s'est donc produit une scission dans l'arcade cartilagineuse primitive qui surmontait l'orbite pendant le jeune âge : toutes les parties cartilagineuses du crâne de l'adulte offrent une discontinuité qui n'existait pas quand l'animal mesurait seulement 10 à 12 millimètres.

Nous venons d'indiquer que la plaque nuchale s'étend chez l'adulte dans *l'occipital latéral*, dans *l'occipital externe*, dans le *mastoïdien* et dans le *post-frontal*. Mais c'est surtout en arrière qu'elle prend une grande épaisseur (fig. 38) ; elle fait corps avec les *occipitaux latéraux* et les *occipitaux externes* ; entre ces deux derniers, elle supporte la moitié postérieure de l'*occipital supérieur*.

On remarque en outre à l'extrémité antérieure du supra-

occipital ou occipital supérieur, dans l'angle qu'il forme avec les deux *frontaux principaux*, une masse cartilagineuse isolée (fig. 35, 36 et 40), rappelant assez bien la forme d'un clou à tête, qui serait enfoncé au milieu des dentelures de la face inférieure de l'os.

La masse faciale à pris, de son côté, chez l'adulte, un développement considérable. Elle forme, comme on l'a vu, une épaisse cloison reposant sur un organe spiculaire qui continue le sphénoïde. Le bord supérieur de cette cloison, libre en arrière, supporte plus en avant le *nasal* (Owen), trés-intimement uni à lui, et qui envoie latéralement deux lames horizontales de substance spiculaire sur deux ailes correspondantes du cartilage sous-jacent.

B. — Athérine.

Nous avons pu nous procurer de jeunes Athérines (A. presbyter) de 12 à 15 millimètres de long. A ce moment, le squelette cartilagineux de la tête commence à se recouvrir d'organes spiculaires dont l'isolement est, toutefois, assez difficile. Nous nous bornerons à la description sommaire des organes constituant le crâne, la mâchoire inférieure et l'appareil branchial.

Le crâne cartilagineux (fig. 44) a la forme générale de celui du Gobius. L'encéphale est seulement plus découvert, les deux lames montantes de la plaque nuchale ne se réunissant que dans une très- petite étendue en arrière. Toute la base de la boîte crânienne est cartilagineuse, et l'extrémité antérieure de la corde, relativement étroite, se prolonge beaucoud plus en avant que chez le Gobius; elle s'étend jusqu'au niveau des fosses orbitaires.

La plaque faciale est complétement détachée de la région nuchale. Elle forme, comme chez le Gobius, un gros renflement cartilagineux, qui se termine en arrière par un prolongement obtus couché sur le sphénoïde spiculaire, déjà très-développé.

A la partie supérieure des orbites, les arcades cartilagineuses réunissant la plaque nuchale à la plaque faciale, comme

chez le Gobius, s'envoient de plus, de l'une à l'autre, une sorte de pont cartilagineux séparant en deux portions inégales l'espace dans lequel l'encéphale, à cette époque, n'est recouvert que par le tégument.

La plaque faciale est bizarement découpée, comme le montre la figure que nous en donnons. La mâchoire supérieure est formée à cette époque d'un simple os spiculaire peu développé, un *dentaire* : on remarque à côté de lui trois masses cartilagineuses, l'une médiane, analogue à celle du Gobius, les deux autres appelées vraisemblablement à fournir des points d'appui aux maxillaires, dont on ne voit encore aucune trace.

La mâchoire inférieure présente ses pièces cartilagineuses caratéristiques, sur lesquelles commencent à apparaître les organes spiculaires, très-peu développés à cette époque (fig. 46).

Le temporal s'applique, par un bord coupé à peu près horizontalement, contre la plaque nuchale. Les condyles de ce côté ne sont pas encore distincts. On voit au contraire très-bien le condyle sur lequel s'appuie l'opercule muni d'une véritable cavité glénoïde. Vers le col de ce condyle, la disposition des chondroplastes semble indiquer une scission ultérieure. La pièce spiculaire attenante représente de son côté tout l'appareil operculaire à cette époque. On ne voit se différencier aucun noyau cartilagineux pour le préopercule, qui d'ailleurs n'en présente point chez l'adulte.

Le temporal est légèrement coudé vers le point qui correspond au styloïde. Plus tard ce coude s'exagère, si bien que le symplectique forme un angle droit avec le temporal définitif. La ligne de démarcation accusée par la disposition des chondroplastes entre ces deux organes (temporal et symplectique) parait double ; il semble qu'un petit organe premier cartilagineux doive s'isoler à ce niveau et demeurer en rapport avec le styloïde.

Le jugal n'offre rien de particulier.

Le maxillaire primordial présente, au-dessous de son articulation avec le jugal, un condyle cartilagineux qui paraît également tendre à s'isoler. Il semble aussi que le cartilage

doive se sectionner dans sa longueur en trois organes premiers.

L'appareil palatin est représenté par une lame cartilagineuse élargie aux deux extrémités; l'extrémité inférieure s'appuie sur le jugal.

Ces différentes pièces supportent des os spiculaires extrêmement minces, encore membraneux à cette époque, et auxquels il est, à cause de cela, assez difficile de donner une signification précise : nous nous sommes borné à les figurer.

Le *styloïde* n'offre rien de particulier ; il rappelle à cette époque, comme plus tard, la disposition qu'il offre chez le Gobius.

L'hyoïde (fig. 47) présente la trace de la scission qui se fera ultérieurement entre *l'épihyale* et le *cératohyale*. Cet os offre chez l'adulte une structure intéressante par le dépôt de gouttes graisseuses dans son intérieur et par l'accroissement irrégulier de la substance spiculaire de sa surface.

Le *basihyale* est irrégulièrement contourné, s'appuyant à la jonction du lingual et de la carène.

Le *lingual* est aplati en forme de spatule ; il est exclusivement cartilagineux, comme d'ailleurs tout l'appareil hyobranchial.

La carène offre des renflements et des rétrécissements successifs. Son extrémité postérieure s'étend en deux ailes latérales comme celles qu'on trouve chez le Gobius, seulement ici ces ailes sont plus en arrière; elles sont en outre renflées sur les bords.

Les arcs branchiaux sont au complet. Le 1er se termine en dedans, à cette époque, par une pièce interne indépendante. Celle qui termine le 2e arc, s'appuie sur le bord de l'aile de la carène ; la pièce du 3e arc fait de même. Le 4e arc est séparé de son congénère par un prolongement de la carène dépassant les ailes.

Les 2e 3e et 4e arcs sont armés de dents : le 1er est armé d'arêtes dont le développement est absolument semblable à celui des dents ; elles apparaissent comme celles-ci au milieu du tissu générateur.

Les pharyngiens postérieurs se touchent sur la ligne médiane ; ils sont en partie accolés l'un à l'autre, puis ils se sépa-

rent à angle, pour devenir parrallèles aux arcs branchiaux. Ils sont recouverts dès cette époque d'un os spiculaire considérable qui porte des dents déjà de forte dimension. Sur une pièce où celles-ci sont tombées, probablement par suite d'un accident (fig. 48), il est aisé de voir que la substance de ces dents est continue avec celle de l'os sur lequel elles sont appliquées. Le tissu générateur pénètre à leur intérieur par un orifice latéral, et la dent est formée elle-même par une sorte d'involution en cornet de la substance ostéoïde. Nous avons figuré cette disposition. Les dents sont nettement limitées à leur base par un trait au niveau même où se produit, comme dans les autres pièces du squelette osseux des poissons, une scission isolant la dent de sa base.

C. — Ablette.

Les malacoptérygiens, ainsi qu'on pouvait d'ailleurs s'y attendre, présentent la plus grande ressemblance avec les acanthoptérygiens dans la constitution de leur crâne primordial.

Nous ne donnerons que quelques indications sur une petite espèce (*Alburnus* ou *Leuciscus*) dont les individus mesuraient environ 15 millimètres de long.

Vu de profil, le crâne offre un aspect qui se rapproche beaucoup de celui du Gobius et de l'Athérine. La corde ne dépasse pas le niveau de l'oreille, où elle se termine par une extrémité obtuse. Les deux lames constituant la plaque nuchale paraissent se rejoindre, mais dans une très-petite étendue seulement, en avant de la corde. On ne voit aucune trace d'anses latérales.

Le bord supérieur de la plaque nuchale s'abaisse considérablement en avant. L'origine de l'apophyse orbitaire se trouve par suite reportée très-bas. Celle-ci se continue en arcade sourcilière qui, comme chez l'Athérine, est unie à l'arcade sourcilière du côté opposé par un pont cartilagineux passant transversalement au-dessus de l'encéphale.

Sur l'animal long de 15^{mm}, les pièces spiculaires du squelette céphalique commencent à se montrer.

D. — Anchois.

Nous avons dû à l'obligeance de M. Gerbe du *frai d'anchois* (*Clupea.....?*) provenant de la Méditerranée. Les individus étaient longs de 25 millimètres environ. Ils avaient été placés dans l'alcool, et se sont prêtés facilement à la dissection au moyen d'aiguilles (fig. 49 et 50).

Le développement est relativement avancé. La tête commence à présenter des organes spiculaires encore extrêmement minces et membraneux, mais le crâne cartilagineux primordial subsiste avec tous ses caractères. Il est allongé, son diamètre vertical est relativement très-petit. La plaque faciale constituée, dans ses traits généraux, comme celle du Gobius et de l'Athérine, est comprimée latéralement.

La corde finit en pointe obtuse au niveau du milieu de l'oreille. Le bord de la plaque nuchale, qui se termine en avant par l'apophyse orbitaire, semble avoir offert dans le principe une dépression très-profonde, qui s'est comblée plus tard par le développement en suraddition d'une lame cartilagineuse protégeant maintenant l'encéphale de côté, entre la région de l'oreille et l'orbite.

Sur le plancher de la cavité encéphalique, les deux lames cartilagineuses latérales s'unissent dans une grande étendue en avant de l'extrémité de la corde ; puis elles s'écartent, séparées par un large sphéroïde spiculaire.

Toute trace des anses latérales a disparu. La plaque faciale se termine en arrière par une pointe cartilagineuse couchée sur le sphénoïde.

Un pont transversal existe, comme chez l'Athérine, d'une arcade sourcilière à l'autre. Mais, de plus, ce pont envoie en arrière, sur la ligne médiane, une tige cartilagineuse grêle qui va rejoindre les deux lames de la plaque nuchale relevées de chaque côté et unies au-dessus du trou occipital.

Une lame de substance ostéoïde sépare les deux orbites, au-

dessus du sphénoïde : c'est le *vomer*. En même temps, deux autres lames, de substance ostéoïde également, s'abaissant de la moitié antérieure de l'arcade sourcilière au bord supérieur de cette lame médiane, forment le plancher de la cavité de l'encéphale à ce niveau, et la séparent de l'orbite.

Sur les bords de l'arcade sourcilière, on découvre également des organes spiculaires en cours de développement (1).

E. — Syngnathe.

Au moment où le Syngnathe n'offre encore aucune trace de squelette osseux, quand il présente l'aspect indiqué par la fig. 51, l'extrémité antérieure de la corde dorsale est très-bien délimitée par une enveloppe épaisse. En arrière, au contraire, ses éléments *paraissent* se confondre par continuité avec les éléments accumulés qui forment le bouton caudal, comme chez les embryons de batraciens.

Quand la tête du Syngnathe a pris le profil indiqué par la fig. 53, c'est-à-dire que le diamètre longitudinal est tout au plus double du diamètre vertical, le squelette céphalique présente à la fois des pièces cartilagineuses et des pièces de substance ostéoïde. L'extrémité de la corde a une disposition et des rapports qui rappellent ce que l'on observe chez le Gobius. Ses parois se sont considérablement épaissies, surtout dans les points qui doivent devenir des corps vertébraux; toutefois ces

(1) Dans le mémoire remis par nous à l'Académie des sciences, nous donnions sur le crâne du Saumon les indications suivantes, qui ont perdu toute valeur depuis la publication du beau travail de M. Parker. « Les embryons de Saumon que nous avons observés étaient dans l'alcool; ils étaient éclos depuis peu de temps, comme le volume de la vésicule suffisait à l'indiquer. A cette époque, la corde s'avance en lame effilée jusqu'en avant de l'oreille. Les anses latérales ne se rejoignent qu'au voisinage de la plaque faciale. Elles sont épaisses, contournées, et *S*; M. Vogt indique l'espace existant entre elles comme vide. Nous avons bien vu cet espace loger, en effet, l'hypophyse, ainsi qu'il l'indique; mais, après avoir enlevé celle-ci, il restait encore comme plancher à la cavité le sphénoïde spiculaire, dont M. Vogt ne paraît point avoir reconnu l'existence. La masse faciale est relativement volumineuse, et n'offre rien de particulier L'apophyse orbitaire rejoint la masse faciale ; mais le pont transversal qu'on trouve chez le Gobius et chez l'Ablette, est remplacé ici par deux prolongements aigus qui s'avancent l'un vers l'autre, sans toutefois se joindre. ».

derniers ne sont pas encore individualisés. La corde, après avoir décrit un arc à concavité inférieure qui répond à la première vertèbre, s'atténue rapidement et se termine en pointe mousse, comme chez le Gobius. Son extrémité est plongée dans une rainure, à la face inférieure de la plaque nuchale, qui repose simplement sur elle. Comme chez le Gobius également, un sphénoïde spiculaire continue la corde en avant.

Le crâne cartilagineux primordial ne se divise point ici, comme chez le Gobius, en deux lames latérales séparées par le sphénoïde. La base tout entière de la cavité crânienne est cartilagineuse, s'étendant de la region occipitale à la région orbitaire. Ce cartilage est mince, recourbé en forme de nacelle (fig. 54 et 55). Il n'envoie au-dessus du trou occipital, de part et d'autre, que deux prolongements étroits, lesquels se soudent tardivement. Toute la région supérieure du crâne cartilagineux primordial, à l'exception de ce pont au-dessus du trou occipital, demeure donc largement ouverte. Mais on distingue sur le cartilage céphalique l'annonce visible d'une scission transversale qui se fera vers son milieu (au niveau où se trouvera chez l'adulte l'articulation du basilaire avec les os placés en avant de lui).

Les apophyses orbitaires son épaisses, elles ne s'étendent qu'à une petite distance. L'orbite n'est donc point fermé en haut par une arcade cartilagineuse, comme chez les poissons que nous avons décrits jusqu'ici.

Les deux anses latérales sont épaisses, courtes, très-inclinées l'une vers l'autre, laissant entre elles un espace triangulaire répondant sans doute à l'hypophyse. La tige médiane formée par la réunion des deux anses a une longueur considérable en rapport avec la proéminence de la face; elle est renflée vers le milieu de sa longueur, avec une dilatation terminale à peine prononcée, qui représente seule la plaque faciale. Cette tige médiane offre, chez le tout jeune embryon, plusieurs courbes successives inverses dans le plan médian, qui disparaissent ensuite.

A défaut de plaque faciale bien développée, on trouve des masses cartilagineuses indépendantes (fig. 53, 54 et 55) : les

premières, situées vers le milieu et au-dessus de la tige médiane, occupent le bord antérieur de l'orbite, et paraissent répondre à cette portion de la plaque faciale en rapport avec l'arcade sourcilière cartilagineuse du Gobius et de l'Athérine. L'extrémité inférieure de cette pièce cartilagineuse, légèrement bifurquée, embrasse l'orifice de l'organe olfactif. Vers l'extrémité de la tige, deux autres pièces cartilagineuses, un peu côniques, un peu incurvées en arrière, s'unissent par un ligament au jugal cartilagineux, et répondent à la portion de la plaque faciale, ordinairement en rapport avec ce dernier (fig. 53, 54 et 55).

Le sphénoïde spiculaire est étroit, et se prolonge fort loin en avant ; il vient se terminer sous le milieu de la tige médiane cartilagineuse. La plaque nuchale repose sur lui, comme sur l'extrémité de la corde. Ce sphénoïde a une figure lozangique ; son plus grand diamètre se trouve en arrière du bord antérieur de la plaque nuchale ; à partir de ce niveau, il se rétrécit pour se terminer en pointe.

Sur l'adulte, le sphénoïde présente deux petites apophyses dirigées verticalement en haut (comp. la fig. 40 chez le Gobius); elles correspondent à peu près au niveau du plus grand diamètre transversal de l'organe. Sauf cette modification, le sphénoïde se retrouve à peu près dans l'âge adulte tel qu'il est chez l'embryon.

La mâchoire supérieure, à l'âge qui nous occupe, comprend de chaque côté deux pièces spiculaires, *dentaire* et *maxillaire*. Toutes deux sont à peu près de même dimension, grêles, descendant parallèlement dans l'épaisseur de la mâchoire. Elles commencent à se développer à partir du plan médian. Le maxillaire apparaît le premier ; le dentaire ou intermaxillaire ne se montre que plus tard. Du moins, le maxillaire occupe déjà toute la lèvre, quand l'intermaxillaire a à peine le cinquième de la longueur de celui-là.

La région occipitale, à cette époque, est recouverte d'une membrane fibreuse, matrice des organes spiculaires à venir. En avant, la présence des *fronto-pariétaux* est accusée par une arête déliée, rameuse, s'appuyant sur le cartilage nasal, et qui étend de là ses

branches sur tout l'encéphale (fig. 57). La branche principale est dirigée d'avant en arrière, et les autres se détachent de celle-ci à angle droit. De plus, elle est coudée dans le premier tiers de sa longueur. Cette arête, seule distincte dans le champ de microscope, ne représente évidemment pas tout l'organe, elle n'est que le renforcement d'une lame membraneuse beaucoup plus mince. Elle ne paraît avoir aucune connexion avec la plaque nuchale : elle serait plutôt en rapport avec le cartilage nasal au-dessus duquel se développe et sur lequel sembte s'appuyer son extrémité antérieure.

La mâchoire inférieure primordiale offre la constitution commune. Elle se compose de trois cartilages considérablement modifiés dans leur forme, en raison de l'élongation de la tête de l'aninal et de l'atrophie relative du palatin (fig. 52).

La tête du temporal primordial est très-allongée, comme chez l'Athérine, et forme avec la portion descendante un angle très-ouvert. Cette tête présente, au moins dans le très-jeune âge, près du bord antérieur, une perforation que nous avons déjà vue chez le Gobius. La portion descendante est droite, épaisse, dirigée en avant. Sur son extrémité repose le *jugal* primordial.

La forme de celui-ci est un peu aberrante ; il paraît répondre à la fois au jugal et au palatin des espèces précédemment décrites. Il se recourbe à angle droit; la branche ascendante (répondant au palatin?) est élargie en haut, pendant que la branche inférieure horizontale (répondant au jugal) repose seule sur le temporal. Toutefois la constitution de la branche ascendante ne laisse point deviner qu'elle se soit développée par épigenèse sur la branche horizontale, comme cela a lieu chez les autres Téléostiens. L'extrémité supérieure de cette branche ascendante se termine (en s'élargissant) par deux apophyses : l'une, antérieure, est reliée par un ligament à la pièce cartilagineuse indépendante, décrite plus haut, qui avoisine la plaque faciale; l'autre proémine en arrière et en bas.

L'extrémité inférieure du jugal dépasse à peine l'extrémité de

la tige du temporal : toutes deux finissent à peu près au même niveau, en face d'une large excavation du maxillaire primordial. Celui-ci est court, pyramidal : sa base, élargie, excavée, se resserre rapidement jusqu'à la symphyse, où il se termine en se recourbant pour opposer sa convexité à celle de son congénère. Cette disposition se retrouve chez d'autres espèces, et en particulier chez les Muges adultes.

De très-bonne heure, la longue branche du temporal présente, appliquée le long de sa face interne une arête de substance ostéoïde qui en occupe toute la longueur, et vient même s'étendre sur la tête de l'organe (fig. 56). Elle est mince, grêle, envoyant en bas des épines qui dépassent le niveau du cartilage et s'avancent dans les tissus. Cette arête et ces épines ne sont probablement, comme l'épine du fronto-pariétal, également visible à cette époque, que la charpente de soutien d'une mince membrane spiculaire.

Le développement de l'hyoïde et des arcs branchiaux suit la même marche générale que chez le Gobius. De très-bonne heure on distingue le styloïde (fig. 52), très-petit comme à l'ordinaire et indépendant. L'hyoïde est aberrant comme le jugal; il est originairement représenté par deux cartilages inclinés l'un sur l'autre, à angle très-aigu. Plus tard, ils se soudent par leur extrémité convergente, et forment ainsi un organe unique, figurant assez bien un V dont les deux branches auraient été rapprochées (fig. 56). La tête de l'os en rapport avec le styloïde reste épaisse, plus forte que la branche recourbée lui faisant suite. De très-bonne heure, les extrémités internes de ces deux organes en V, rapprochées sur la ligne médiane, font au dehors une saillie marquée par un repli de la peau.

A cette époque, la carène se montre divisée en plusieurs pièces : l'une, plus antérieure, deviendra le *lingual.* Les arcs branchiaux sont au nombre de quatre à cette époque. La dernière paire semble soudée sur la ligne médiane (comme les pharyngiens postérieurs du Gobius). On ne découvre, du moins à cette époque, aucune trace de pièces internes (basihyales) ou externes (pharyngiens supérieurs). Au contraire, il existe déjà

trois rayons branchiostéges spiculaires; le plus externe est un peu moins développé que les deux autres.

Au moment de la naissance, c'est-à-dire au moment où l'animal sort de la poche incubatrice du mâle, les deux portions de la lame nuchale qui enveloppent le trou occipital se sont réunies, mais non par toute l'étendue des bords qui étaient précédemment en contact; ces bords ne se conjuguent qu'à leurs deux extrémités, en avant et en arrière, par deux ponts cartilagineux laissant entre eux un orifice à peu près quadrilatère. Le pont postérieur, celui qui limite en même temps le trou occipital, est le plus large (fig. 57.)

A la partie inférieure du trou occipital, le cartilage s'est renflé, et donne naissance à deux condyles cartilagineux bien accentués. En même temps, la corde s'est amincie en avant de ces condyles; elle perd à leur niveau son diamètre primitif. Plus tard, sur des individus de 7 à 8 centimètres de long, l'enveloppe de la corde dorsale est considérablement épaissie; la pointe s'est atrophiée, la portion qui était restée évasée s'arrondit; toute la région postérieure du crâne primordial est alors enveloppée d'une épaisse couche de tissu ostéoïde dérivée de l'enveloppe de la corde. Ce tissu, végétant en dehors, forme les deux ailes que l'on trouve de chaque côté du basilaire chez l'adulte. Et même, chez ce dernier, le basilaire ne paraît plus offrir de tissu cartilagineux, ou du moins celui-ci est extrêmement réduit (fig. 61).

Au moment de la naissance, la ligne de scission accusée par l'agencement des chondroplastes, qu'on remarquait déjà à la base du crâne, s'est accentuée davantage; mais il est probable que, comme chez le Gobius, elle n'arrive jamais ou n'arrive que très-tardivement à partager le cartilage primordial en organes premiers.

La tige médiane a perdu ses rapports de continuité avec la plaque nuchale; elle finit en arrière au point où se réunissaient les branches du *forceps*, qui ont disparu. Elle présente en même temps, vers le milieu de sa longueur, une expansion triangulaire sur laquelle reposent les nasaux primordiaux, conjugués à

cette époque en un cartilage unique. Celui-ci présente une extrémité antérieure atténuée en pointe ; de chaque côté, deux proéminences reposent sur les proéminences latérales de la tige médiane ; en arrière, deux pointes divergentes conservent la direction des nasaux primordiaux et embrassent la région correspondante de l'œil, comme pour aller rejoindre les apophyses orbitaires du cartilage céphalique. La jonction toutefois ne se fait pas (fig. 57 et 59).

Le *fronto-pariétal* spiculaire s'est développé et étendu, tant en avant que sur les côtés. Le point où l'arête primitive était coudée, correspond à la saillie latérale du losange excavé que présente le dessus de la tête de l'animal. L'arête primitive marque les bords saillants de ce losange. La membrane à laquelle les deux arêtes servent de renforcement est encore indivise ; les deux fronto-parietaux ne sont donc pas encore individualisés à cette époque ; ils se prolongent ensemble sur la ligne médiane par une lame en forme de fer de lance, jusqu'au voisinage de la mâchoire supérieure (fig. 58).

Les deux os ainsi unis en avant s'écartent en arriére, et entre eux apparaît un autre organe spiculaire, une lame de substance ostéoïde de forme irrégulièrement losangique, à crête médiane, et qui recouvre toute la partie postérieure et supérieure de l'encéphale, y compris l'espace laissé libre par la réunion incomplète des lames ascendantes du cartilage céphalique. Cette plaque, qui représente à cette époque un *occipital supérieur*, offre en avant deux pointes qui s'avancent entre les fronto-pariétaux, en laissant entre elles-mêmes et l'angle de ces derniers une fontanelle losangique qui n'est comblée que plus tard. Cet os spiculaire offre sur la ligne médiane une crête analogue à celle des fronto-pariétaux. Il est remarquable que, par la suite, l'organe se partage sur cette crête même pour former les deux *occipitaux supérieurs*. En même temps, on aperçoit l'indice d'une scission transversale vers la région postérieure de la plaque, de sorte que l'organe spiculaire primitivement unique que nous décrivons donne, en définitive, quatre os distincts (*occipitaux supérieurs* et *occipitaux externes?*).

Les pièces cartilagineuses de la mâchoire inférieure sont restées sensiblement pareilles à ce qu'elles étaient à l'origine (fig. 60), elles sont seulement masquées davantage par les organes spiculaires développés à leur surface. La tête du temporal a conservé à peu près sa forme; toute la branche descendante est enveloppée, en dehors et en dedans, d'une épaisse couche de tissu ostéoïde sur laquelle se dessinent des crêtes de renforcement, disposées en réseau analogue à celui qu'on trouve sur les plaques dermiques superficielles de l'animal adulte. Du côté de la cavité buccale, cette gaîne ostéoïde offre une lame saillante triangulaire. En même temps cette gaîne, s'allongeant, reporte plus en avant le jugal, qui perd ses rapports primitifs avec le temporal. Mais il ne paraît pas qu'à ce moment, aucune discontinuité existe dans l'organe spiculaire, enveloppant à la fois le temporal et le jugal primordiaux. En sorte que ces organes, individualisés quand ils étaient à l'état cartilagineux, et qui seront représentés plus tard chez l'adulte par plusieurs os, paraissent dans un moment donné, celui dont nous parlons, ne former qu'un seul organe premier. Chez l'adulte, quand on cherche à séparer par les procédés ordinaires, macération, cuisson, etc., le symplectique du jugal, la branche cartilagineuse se brise et son extrémité reste adhérente au jugal, dans lequel elle est fortement engagée. De façon que le cartilage qui constituait le temporal primordial, se retrouve ici dans trois os chez l'adulte : 1° le temporal; 2° le symplectique; 3° le jugal.

Le jugal cartilagineux, au moment où le Syngnathe sort de la poche incubatrice, a gardé à peu près la même forme qu'à l'état embryonnaire ; seulement l'extrémité supérieure est devenue relativement plus atténuée. Le ligament qui reliait le cartilage à la pièce cartilagineuse représentant la plaque faciale a disparu. Cette dernière a pris une forme plus trapue; elle est plus large, plus courte, plus massive, plus droite, la pointe tournée en arrière. Elle est unie au jugal par une pièce spiculaire qui se développe au contact de l'une et de l'autre, sous le bord inférieur du cartilage facial et sur le bord antérieur de

la branche montante du jugal, décrivant entre les deux pièces une courbe dont l'ouverture regarde en avant. Cet os spiculaire est complété en arrière par une apophyse très-grêle, appliquée sur le bord supérieur aminci du jugal. Cette apophyse se sépare par la suite, et devient chez l'adulte un os distinct : la première portion semble répondre à un *transverse*, la seconde à un *palatin*.

Le jugal primordial reporté en avant, comme nous l'avons indiqué, reste seul en contact avec l'*articulaire* développé sur le maxillaire primordial. Celui-ci est devenu, à l'époque où le Syngnathe sort de la poche incubatrice, une masse conique de cartilage, large, courte, enveloppée à sa base par l'articulaire osseux, et engageant sa pointe dans le *dentaire*.

X. — Développement des dents.

Nous donnerons simplement ici quelques indications sur le développement des dents ostéoïdes ou spiculaires de poissons. Les dents des poissons se rapprochent dans certains cas, par leur structure, des dents de vertébrés supérieurs, mais il n'en est pas toujours ainsi.

L'on trouve sur différents points du squelette des poissons des dents uniquement formées de la même substance spiculaire que les os sur lesquels elles reposent, et dont elles ne sont qu'un prolongement. Vers la pointe, le tissu de ces sortes de dents peut être légèrement modifié, plus dur, plus réfringent, plus résistant à l'action des acides ; mais ce ne sont pas là des caractères suffisant à établir une distinction histologique (1).

L'individualisation des dents dont nous parlons se fait par un procédé pareil à celui des os spiculaires. — Elles appa-

(1) On retrouverait, si l'on voulait, une différence de même ordre entre la pointe et le reste des soies des Lombriciens ; quoique identique par sa constitution, cette pointe est plus réfringente, plus dure et plus résistante à l'action des acides.

raissent comme ceux-ci dans le tissu générateur sous-dermique, puis font éruption au dehors à travers le derme et l'épiderme. — Elles n'ont pas de bulbe et sont en général creuses, offrant dans toute leur étendue une même épaisseur. Elles résultent soit d'un soulèvement, soit parfois d'un enroulement de la substance ostéoïde, comme on le voit chez l'Athérine (fig. 48). Puis, à un moment donné, la portion ainsi contournée en cornet se sépare par scission, la dent se trouve individualisée, et en même temps supportée par une sorte de socle dépendant de l'os et correspondant exactement à la forme de sa base (1). D'autres fois, comme chez le Gobius, les dents ne sont pas enroulées, mais elles présentent vers la base une sorte d'orifice par lequel le tissu générateur au milieu duquel elles se sont développées, pénètre jusqu'à leur intérieur.

Comme passage des dents spiculaires aux autres os du squelette des poissons, on peut signaler les appendices analogues aux rayons branchiostéges qu'on trouve chez certaines espèces, et en particulier chez l'Athérine, le long du premier arc branchial, à la place même où les arcs suivants portent des dents homologues de ces appendices, et en tout semblables aux vraies dents qui couvrent les pharyngiens postérieurs. Ces appendices, dont nous avons figuré deux états successifs, apparaissent au milieu d'une masse de tissu générateur nettement caractérisé (fig. 68 et 69).

XI. — Développement des plaques dermiques et des écailles.

Bien que Williamson ait publié, en 1849 et 1851, dans les *Transactions philosophiques*, deux importants mémoires consacrés, suivant son expression, à la *lépidogénèse*, il n'a pas en réalité étudié celle-ci. Il s'est borné, avec une sagacité qu'on doit

(1) On rapprochera de cette scission des dents en deux portions l'existence, signalée par Baudelot, de pointes tronquées sur les écailles de certains poissons. (Voy. Baudelot, *Loc. cit.* p. 97 et 98, *Scorpène*.)

admirer, à déduire de la structure des écailles de divers poissons le mode suivant lequel elles avaient dû se former. Baudelot, dans son dernier travail considérable sur les écailles (*Archives de zoologie expérimentale,* 1873), ne s'est pas non plus occupé du développement de ces organes; du moins il n'en dit que quelques mots (p. 469), où il semble adopter en somme les idées de Lauwenhœck et d'Agassiz. « L'écaille « débute, dit-il, par un point de calcification du derme; « ce point s'étend peu à peu, et ainsi se trouve consti- « tuée une petite lamelle solide qui représente l'écaille pri- « mitive. Cette première lamelle, une fois formée, tantôt reste « étroitement unie avec le tissu ambiant, tantôt acquiert « une certaine mobilité, de manière à se trouver contenue « dans une espèce de poche; mais cette mobilité n'est jamais « complète, et l'écaille conserve toujours des rapports in- « times avec le derme par sa face externe et par ses bords; « la face externe seule se montre souvent en partie libre « d'adhérence. »

On trouvera dans le mémoire de Baudelot un historique complet des opinions diverses auxquelles a donné lieu la lépidogénèse. Pour notre part, nous nous sommes attaché, après Mandl et Agassiz, à déterminer les rapports de l'écaille et des tissus ambiants, et à la surprendre dans son apparition. Disposant de procédés plus parfaits et partant d'une connaissance plus exacte de la structure de la peau des poissons (1), nous avons constaté que les écailles, les plaques dermiques, etc., sont toujours des dépendances soit du derme proprement dit (mince membrane anhiste supportant l'épiderme), soit de l'aponévrose sous-dermique à laquelle la peau des poissons doit sa solidité.

Les écailles, les piquants, les plaques osseuses des poissons ne sont donc jamais assimilables, en aucune de leurs parties, à des productions épidermiques telles que celles qu'on trouve à la surface du corps des reptiles, des oiseaux et des mammifères. Sous ce rapport, les poissons sont, comme les batraciens,

(1) Voy. ci-dessus, année 1875, p. 289.

de véritables animaux à peau nue, mais chez lesquels nombre d'organes plus ou moins volumineux (spinules des écailles des Cténoïdes, rayons des nageoires, os de la tête, etc...) ont une tendance remarquable à faire éruption au dehors, en refoulant jusqu'à les traverser le derme et l'épiderme. Chez beaucoup de poissons, spéciaiement chez les Lophobranches, cette éruption n'a pas lieu, les plaques restent sous-dermiques (1).

A. — Plaques dermiques,

Quoique l'apparence définitive des deux sortes d'organes désignés sous les noms de plaques et d'écailles soit très-différente, les phénomènes génésiques qui leur donnent naissance semblent identiques. Nous commencerons par les plaques dermiques, dont le volume rend les rapports avec les autres tissus plus faciles à apprécier que pour les écailles. Tantôt ces plaques restent au-dessous du derme, et tantôt elles le perforent, et arrivent ainsi au contact du milieu ambiant. Ce contact est immédiat même pour les plaques osseuses de l'esturgeon adulte, qui offrent cependant des ostéoplastes. La substance osseuse paraît seulement s'altérer peu à peu et s'effeuiller au contact de l'eau. Dans la plupart des cas, chez les Raies jeunes, le Lump jeune, les plaques sont formées de tissu spiculaire, qui débute au-dessous du derme.

Chez le Syngnathe, où les plaques restent sous-dermiques, elles commencent à se montrer quand va disparaître la vesicule ombilicale. Elles sont déjà bien développées quand l'animal abandonne la poche incubatrice. L'organe se présente d'abord comme une lame losangique · de substance hyaline, renforcée par une charpente en forme de croix disposée suivant

(1) Depuis la présentation à l'Académie des sciences du mémoire que nous publions aujourd'hui, M. Vaillant a publié, sur le développement des spinules des écailles des poissons, un travail dont nous ne saurions en conséquence adopter les conclusions (Voy. *Comptes rendus*).

ses deux diamètres (fig. 62). Si l'on pratique une coupe à travers le corps d'un Syngnathe, vers l'époque où il abandonne la poche incubatrice, on voit se succéder les parties suivantes :

1° D'abord l'épithélium, formé de petites cellules à peu près disposées sur deux rangs, sans cellules pigmentaires au milieu d'elles ; on l'enlève facilement par l'action de l'acide acétique étendu. 2° Au-dessous de l'épithélium, le *derme*, épais de 1 à 2 μ au plus, dur, résistant, se teignant par le carmin avec la même énergie que la substance spiculaire des plaques. Il est absolument dépourvu de papilles ; à sa face inférieure s'étalent des chromoblastes. 3° Au-dessous du derme, au-dessous de ces cellules pigmentaires ou mêlé à elles, est le tissu générateur, au milieu duquel se développent les plaques, ainsi que le montrent deux coupes que nous représentons (fig. 8 et 9). Les noyaux sont légèrement ovoïdes, mesurant 2 1/2 à 3 μ dans un sens et 5 μ environ dans l'autre.

C'est au milieu de ces éléments qu'apparaît la plaque, avec la signification d'une substance intercellulaire. Au début, les noyaux semblent simplement s'écarter, et la plaque doit avoir à ce moment une forme très-irrégulière, ainsi que le montrent les coupes. Les noyaux s'étendent au-dessus et au-dessous d'elle. Quand l'arête de renforcement s'est développée, ils s'accumulent de chaque côté entre la plaque et le derme ; ils enveloppent l'organe spiculaire de toutes parts, tandis que les chromoblastes, n'empietant pas sur cette couche, restent à distance.

Un jeune Syngnathe sorti de la poche incubatrice depuis cinq ou six jours, est placé quelques heures dans l'acide acétique étendu, qui est un excellent dissociant pour l'étude du tissu générateur : on isole au moyen de ce réactif : 1° d'abord la lame spiculaire ; 2° puis le derme, très-mince, anhiste, plissé, visible seulement par les plis qu'il fait, à peine gonflé par le réactif ; 3° les chromoblastes, également isolés et montrant leurs noyaux dépourvus de pigment ; 4° enfin, également isolés, les noyaux qui reposent sur la lame spiculaire.

Ils sont très-petits, ordinairement ovoïdes, mais parfois fusiformes ou sphériques. Sauf les dimensions, ils ressemblent, quand ils sont ovoïdes, aux noyaux des cellules fibroplastiques des vertébrés supérieurs. La qualité de leur contenu est la même. Ils présentent toujours quelques fines granulations, parmi lesquelles deux ou trois plus foncées que les autres. Le nucléole, qui doit exister, est indistinct. On ne voit pas mieux le corps cellulaire, qui est extrêmement réduit. La forme régulière de ces noyaux indique toutefois l'existence d'une matière interposée.

Les noyaux avoisinant l'arête ou le bord de la lame paraissent plus petits et plus fusiformes que les autres. C'est entre ces deux points qu'on trouve les noyaux de forme sphérique.

Le tissu, qui chez l'adulte continue de servir de matrice aux plaques dermiques, a une constitution un peu différente. On n'y retrouve plus les mêmes noyaux, ou du moins ils ont pris une apparence nouvelle: nous n'avons pas eu l'occasion de suivre les transitions d'un de ces états à l'autre; nous nous bornerons à décrire ce tissu sur l'animal adulte, où la surface externe des plaques est sillonnée de crêtes saillantes en réseau séparées par des dépressions anfractueuses. Les lames sont encore plus intimement unies que chez l'embryon au tissu qui les enveloppe, grâce à ces dépressions, dans lesquelles celui-ci pénètre, ainsi qu'on peut s'en assurer sur les coupes.

L'acide acétique gonfle ce tissu périphérique et le rend opalin. On le trouve constitué par une substance fibreuse dans laquelle sont inclus, à peu près parallèlement, des noyaux très-étroits et très-longs, se prolongeant à leurs extrémités par des traînées tantôt brillantes et tantôt ponctuées. Ces noyaux mesurent environ 1 sur 12 μ. Ils sont probablement identiques, malgré leur forme, qui rappelle un peu ceux des fibres-cellules, aux noyaux du tissu générateur pendant le jeune âge. Ce tissu est tout à fait semblable, dans son aspect général, à celui qu'on trouve autour des os spiculaires

du Gobius, et en particulier au voisinage des os de la mâchoire supérieure chez cet animal.

Nous avons signalé la Raie et le Lump comme offrant l'exemple de plaques qui, développées au-dessous du derme, font éruption à travers celui-ci.

Sur une petite Raie longue de 15 centimètres environ de l'extrémité de la tête à l'extrémité de la queue, on pratique des coupes de la peau qui recouvre les extrémités latérales du corps. On observe alors une structure qui se rapproche beaucoup de celle que nous avons signalée chez le Syngnathe. Les épines, saillantes, acérées, sont implantées sur une plaque osseuse de forme losangique, ce qui augmente encore la ressemblance. Sous le derme, épais au plus de 2 μ, se trouvent, comme chez le Syngnathe, des chromoblastes, puis une couche de tissu lamineux : ces parties sont traversées ainsi que l'épiderme par les pointes des lames osseuses qui reposent, d'autre part, à la surface et au milieu d'une couche de tissu fibreux à fibres extrêmement serrées.

Il résulte de cette disposition que la lame est recouverte dans sa plus grande étendue par le derme doublé de chromoblastes qui s'étalent entre les deux. En dessous la lame est excavée; la dépression se prolonge par un canal étroit qui monte jusqu'aux deux tiers environ de la longueur de l'épine. L'excavation est remplie de tissu lamineux embryonnaire à cellules munies de fins prolongements, soutenues dans une matière amorphe peu dense.

Sur un jenne Lump (*Cyclopterus Lumpus*), long de 10 centimètres environ, la disposition des épines paraît un peu différente : elles semblent se relier d'une façon plus intime au derme, et, en tout cas, la couche de cellules pigmentaires, au lieu d'être, comme chez la Raie, traversée par la saillie de l'épine, s'étend au contraire au-dessous de la lame osseuse. Entre les plaques, la peau de l'animal est constituée par un derme mesurant 3 μ d'épaisseur environ. Au-dessous de celui-ci est la couche de chromoblastes, et plus profondément la couche de tissu lamineux, épaisse d'un centimètre, qui enveloppe

les muscles et les viscères. Il est ordinaire de trouver des cellules pigmentaires dans la large cavité répondant à la base des plus grosses épines (fig. 63).

Chaque lame porte, ordinairement, plusieurs prolongements qui traversent l'épiderme ; mais la lame elle-même a des connexions intimes avec le derme, sans qu'elle paraisse en dériver directement, comme cela a lieu (voyez plus loin) pour certains rayons des nageoires. Le derme est comme soulevé par le bord des plaques, contre lequel il s'amincit rapidement avant de disparaître tout à fait.

A cet âge, la substance des plaques dermiques du Lump offre deux variétés nettement distinctes par leurs propriétés optiques. A la base elle est finement striée dans le sens de l'axe de l'épine ; puis, à une certaine hauteur, la substance spiculaire prend tout à coup des propriétés physiques différentes : elle est homogène, plus réfringente, vitreuse. Par la liqueur de Müller ou par le bichromate de potasse, cette pointe ne se colore pas, comme le reste de la plaque, en jaune-verdâtre. Nous avons signalé une différence du même genre dans les dents du Gobius (1).

B. — Ecailles.

Le développement des écailles proprement dites paraît offrir la plus grande analogie avec celui des plaques dermiques; l'examen de la série des poissons permettrait, sans aucun doute, de passer des unes aux autres par une série de transitions à peine sensibles.

Nous avons essayé de suivre le développement des écailles chez de jeunes Gobius (niger?). Les écailles, chez cette espèce, sont garnies sur leur bord libre de spinules en nombre variable. Celles-ci paraissent implantées sur une lame marginale séparée par un sillon du reste de l'écaille. Elles sont tout à fait semblables à des dents. Elles naissent, comme l'écaille elle-

(1) Voy. également p. 84, note.

même, dans le tissu générateur, qu'on retrouve abondant sur toute la périphérie de l'organe, et qui prend seulement, autour des spinules de l'écaille et de son bord en formation, des caractères un peu différents. Autour des spinules en formation, les noyaux sont presque polyédriques par pression réciproque, offrant à peu près les mêmes dimensions dans tous les sens, 5 à 7 μ environ. Sur les bords de l'écaille, au contraire, ou le long des spinules qui ont fait éruption, les mêmes noyaux se présentent avec une forme nettement allongée.

Les spinules se développent à partir du centre du bord postérieur de l'écaille, successivement, à mesure que l'écaille grandit. Pour cette raison, les spinules médianes sont plus petites (chez le Gobius), parce qu'elles sont en rapport avec la dimension moindre qu'avait l'écaille au moment de leur apparition.

L'animal (le Gobius), au moment de la naissance, n'a point d'écailles. Il en a déjà depuis un certain temps quand il atteint la longueur de 18 millimètres. Les petites écailles qu'il offre alors sont munies de 3 ou 4 spinules, avec la dimension qu'elles garderont (fig. 64). L'écaille grandit par apposition : de nouvelles spinules naissent successivement de part et d'autre des premières apparues. Elles sont de plus en plus grandes. Souvent elles se divisent, comme les dents de beaucoup de poissons, comme les plaques du Lump, en deux régions offrant des caractères différents. La pointe paraît toujours plus dense que le reste de l'écaille.

Sur un animal long de 15 millimètres, il y a de 18 à 20 spinules. On en compte de 30 à 40 sur les écailles d'un individu long de 48 millimètres.

En observant les deux ou trois spinules à chaque extrémité de la rangée qu'elles forment, il est facile de se rendre compte des particularités de leur apparition et de leur développement (fig. 65 à 67). L'écaille, du moins sur ses bords, est entourée, comme on l'a dit, de tissu générateur. Celui-ci forme d'abord un bourgeon qui précède la spinule. Les noyaux y présentent le caractère sphérique ou polyédrique que nous avons signalé. Au sein de ce bourgeon, se développe la spinule, exactement

comme nous avons vu se former les filaments spiculaires sur les arcs branchiaux de l'Athérine, avec cette différence que ceux-ci restent indépendants, tandis que les spinules représentent des expansions du bord marginal de l'écaille.

Le bourgeon de tissu générateur grandit en même temps que la spinule; il continue de l'envelopper. Mais, en même temps aussi, on peut voir ses éléments se modifier et prendre une forme plus allongée. La pointe de la spinule finit par faire éruption à l'extrémité du bourgeon, dans l'épiderme, puis au dehors ; par suite, le tissu du bourgeon commence à s'amincir et à se retirer vers la base de la spinule ; les cellules du tissu générateur qui le composait deviennent plus étroites.

Ces phases sont relativement rapides, et ne peuvent se voir que sur les trois ou quatre dernières spinules, tout au plus, de la rangée. Nous ajouterons que le derme, à la surface de ce tissu générateur, dont les éléments sont déprimés, devient lui-même extrêmement mince. Il échappe à l'observation quand on regarde les écailles isolées sous le microscope; mais on peut en constater la présence quand on fait disparaître l'épiderme : on distingue par places une membrane extrêmement mince, réduite parfois à moins de 1 μ d'épaisseur. Celle-ci est surtout appréciable entre les spinules des écailles de certains poissons, tels que la Sole (*Pleuronectes Solea*), où les chromoblastes situés au-dessous d'elle, selon l'habitude, forment un très-bon point de repère pour la délimiter.

Si l'on pratique sur un Gobius mesurant 4 à 5 centimètres de long des coupes normales à la peau et parallèles à l'axe du corps (fig. 70), on ne distingue point de tissu générateur dans le repli où l'écaille est enfermée. Celle-ci, par sa face supérieure et par sa face inférieure, paraît surtout en contact avec des tissus fibroïdes : il est probable que le tissu générateur est refoulé à la péripherie, dans la zone où l'écaille s'étend en largeur; elle paraît reposer directement sur l'aponévrose sous-dermique. Celle-ci est épaisse de 8 à 10 μ environ ; les coupes la montrent nettement limitée en dehors et en dedans : elle semble dépourvue d'éléments cellulaires et formée de lames su-

perposées épaisses de moins de 1 μ; au-desssous sont les muscles.

L'écaille s'appuie, dans ses deux tiers antérieurs environ, sur cette aponévrose. Le tiers postérieur repose sur une lame qui s'en détache pour s'avancer entre l'écaille et l'écaille qui vient après. Cette lame est formée d'un mélange de substance fibroïde et de noyaux semblables à ceux du tissu générateur. A l'âge où se place notre observation, c'est-à-dire quand les animaux mesurent 4 à 5 centimètres, cette lame présente, au-dessous de l'écaille supérieure, un large chromoblaste central à pigment noir; elle va en s'amincissant jusqu'au bord de l'écaille supérieure, où elle est en continuité avec le tissu générateur qui enveloppe la base des spinules; mais elle ne s'étend pas sur la face supérieure de l'écaille suivante, que recouvre peut-être le derme, considérablement aminci. En effet, dans nos préparations provenant d'individus de 4 à 5 cent., le derme n'est pas distinct; mais on en démontre facilement l'existence chez l'adulte, où il est séparé du tissu spiculaire par de nombreux chromoblastes noirs et jaunes.

Chez un Mulet (*Mugil...?*) long également de 4 à 5 cent., la disposition des écailles est un peu différente; leur coupe ne présente plus, comme chez le Gobius, une ligne courbe, le bord libre de chacune s'appuyant presque directement sur la suivante. Les écailles sont planes (fig. 71), faisant un angle avec l'aponévrose hypodermique, sur laquelle elles reposent seulement par leur bord antérieur. L'écaille, à partir de ce point, se relève; les coupes la montrent s'appuyant, dans les deux tiers environ de sa longueur, sur une sorte de coin de tissu générateur, mêlé comme chez le Gobius, de fibres émanées de l'aponévrose sous-dermique. Ce coin est en rapport en dessus avec les deux tiers antérieurs de l'écaille qu'il supporte, et son tissu se continue par une couche épaisse de 4 à 5 μ, jusqu'au bord de l'écaille. Et dessous ce coin repose sur l'aponévrose hypodermique, avec le tissu de laquelle il se continue, puis sur le bord adhérent de l'écaille suivante.

Plus loin, la face supérieure de cette dernière, ne se montre plus recouverte par le même tissu, sauf dans son centre, où

l'on trouve, en continuité avec le tissu du coin que nous décrivons, une sorte de monticule (sur la coupe) de tissu générateur. On doit se demander si celui-ci n'est pas en rapport avec le travail ultérieur, avec l'espèce de *remaniement* que subit la la face supérieure de l'écaille chez le mulet.

La face supérieure de l'écaille depuis ce monticule jusqu'à son bord libre ne laisse voir aucune trace de tissu lamineux enveloppant. Il semble que, comme chez le jeune Gobius, l'épithélium recouvre directement le tissu spiculaire. Cette disposition se retrouve aux rayons des nageoires. Elle disparaît d'ailleurs, comme chez le Gobius, avec l'âge.

XII. — DÉVELOPPEMENT DES NAGEOIRES.

A. — Nageoire caudale.

M. Huxley a montré depuis longtemps (1) vers quelles graves erreurs d'interprétation on était conduit, en attribuant aux parties de l'animal adulte une signification uniquement basée sur leurs connexions à cet âge. M. R. Owen, dans ses leçons sur les poissons (1846), avait dit que la caudale était formée « par les épines intercalaires et dermiques s'ajoutant aux épines neurales et hæmales des dernières vertèbres condensées et raccourcies par voie d'absorption, pendant les progrès du développement, pour former la base de la nageoire terminale. » Stannins, dans son *Manuel* publié la même année (1846), se montra plus réservé; mais il interprète encore la plaque osseuse terminale comme produite par la coalescence des arcs supérieurs et inférieurs des os interhæmaux et interneuraux de la dernière ou des dernières vertèbres caudales.

M. Huxley lui-même, dans le travail qu'il a publié sur les pièces de la queue des poissons, se laissa entraîner à considérer les cartilages qui se développent au-dessous de la corde dorsale, et que de Baër avait le premier signalés, en 1835, comme des

(1) *Obs. on the Developpement of some Parts of the Skeleton of Fishes.* (Quart. Journal of Mikr. Sc. 1859.)

« *interhæmaux.* » Le nom « *d'apophyses hypurales*, » qu'il donne aussi à ces pièces, serait mieux justifié. On doit surtout voir en elles des organes spéciaux se développant *au-dessous* de la corde, comme, à l'autre extrémité de l'animal, la masse cartilagineuse qui donne naissance au crâne se développe *au-dessus* de la corde. La nature cartilagineuse de ces pièces chez des animaux où les dépendances apophysaires des vertèbres ne naissent point sous la forme cartilagineuse, engage encore à considérer ces « hypuraux » comme distincts du système vertébral proprement dit, c'est-à-dire comme des appendices de ce système analogues à ceux qui donnent naissance au crâne, aux membres et aux autres nageoires.

M. Huxley, dans le travail dont nous parlons, a traité du développement de ces pièces : nous signalerons seulement certains points de détail qui ont échappé à l'anatomiste anglais. Et tout d'abord la question de l'*homocercie* et de l'*hétérocercie*, après avoir divisé les ichthyologues, se trouve aujourd'hui tranchée par l'étude embryogénique de ces parties. C'est précisément l'apparition des hypuraux qui détermine l'hétérocercie : antérieurement à l'époque où ils se montrent, la nageoire caudale, qui existe déjà en tant que partie distincte, est homocerque. M. Van Beneden (1) a formulé cette proposition : que tous les poissons commencent par être homocerques ; ceci est exact en ce sens qu'avant l'apparition des organes qui déterminent l'hétérocercie, la corde dorsale est rectiligne, abstraction faite de sa courbure sur le vitellius (2).

Chez certains poissons, cet état se prolonge très-longtemps ; tandis que l'Epinoche est hétérocerque dès la sortie de l'œuf (3), un jeune Gymnètre (?) que nous avons eu l'occasion d'observer au mois de février 1872 à Concarneau, et qui mesurait 15 centimètres environ (4), ne présentait absolument aucun vestige

(1) *Sur le développement de la queue des poissons plagiostomes. (Bulletin de l'Académie de Belgique*, 2e série, t. IX, n° 3.)

(2) Voy. sur ce sujet le travail tout récent d'Agassiz : *On the Young Stages of some Osseous Fishes (Proceed. of. the Amer. Acad. of. Arts and Sciences*, vol. XIII, oct 1877).

(3) Baudelot. *Observations sur la structure et le développement des nageoires des poissons osseux. (Arch. de zool. expérimentale*, 1873, p. 21.)

(4) L'animal était absolument transparent, d'une transparence égale à celle du

de cartilages hypuraux ni de relèvement de la corde dorsale.

Avant l'apparition des hypuraux, la caudale existe déjà comme organe distinct; elle offre des rayons; mais ceux-ci, sur lesquels nous allons revenir, n'ont rien de commun avec le squelette vertébral, non plus qu'avec les rayons définitifs. Ceux qu'on aperçoit tout d'abord, et en général de très-bonne heure, chez l'embryon, alors qu'il est encore homocerque, sont contenus dans le tégument. C'est ainsi que, sur les embryons de Labre venant d'éclore ou âgés au plus d'un jour, la queue, parfaitement homocerque, laisse voir, quand l'épithélium a été enlevé, un grand nombre de rayons très-fins, dont l'extrémité centrale est assez difficile à délimiter, et qui s'irradient tout autour de la corde dorsale, en dessus, en arrière et en dessous d'elle.

Quant au développement des rayons proprement dits et à leur constitution, ils ont été longtemps méconnus. En 1864, Lotz, dans son mémoire sur la terminaison de la corde dorsale, indique que les rayons primitifs dont nous venons de parler forment, en grossissant et en se soudant, les rayons définitifs résultant ainsi de leur juxtaposition. Cette vue concordait avec les indications données dans la dernière édition de l'*Histologie comparée* de Leydig : les rayons y sont figurés comme se terminant par une sorte d'effilement de leur dernière pièce. Ces différentes appréciations sont autant d'erreurs, comme on peut s'en rendre compte en suivant les progrès du développement (1). On peut observer l'évolution de la queue avec une grande facilité sur l'embryon de Gobius. Les principales phases qu'elle

verre, laissant voir à travers l'épaisseur de son corps les objets les plus déliés. La tête et la région branchiale ainsi que le cœur présentaient une demi-opacité. Le sang avait une teinte légèrement rosée, mais qu'on ne distinguait qu'en l'observant de très-près et avec la plus minutieuse attention. On découvrait de chaque côté de la colonne vertébrale, dans la profondeur, un chromoblaste noir contracté au niveau de chaque vertèbre. Le globe des yeux seul était opaque, par l'argenture qui le recouvrait.

(1) Les phases de ce développement ont été déjà indiquées par nous. (Voy. ce journal, année 1870-1871, p. 566.) Postérieurement, Jobert (*Études sur les organes du toucher*, 1872) et Baudelot (*loc. cit.*) ont traité le même sujet.

offre se renferment dans un temps probablement très-court, et pendant lequel l'animal ne grandit pas de 2 millimètres. — La corde dorsale est d'abord *rectiligne* : elle s'amoindrit progressivement. La masse musculaire et nerveuse qui l'enveloppe s'étend jusqu'à sa pointe. La caudale est déjà dessinée, elle est absolument homocerque. A partir du moment où le lophioderme s'étale pour la former, on y distingue de minces rayons offrant une légère courbure opposée, selon qu'on les considère au-dessus ou au-dessous du prolongement de l'axe de la corde. Ces *rayons primitifs*, ainsi que nous les avons dénommés, sont des dépendances du système tégumentaire.

Ensuite seulement, on voit au-dessous de la corde, dans toute l'étendue où elle se relèvera, les premières traces des hypuraux (fig. 23), lesquels soutiendront les *rayons définitifs*, qui n'existent pas encore. Au début et probablement dès leur apparition, les pièces cartilagineuses sont au nombre de deux, un peu différentes de forme, et rappellant déjà ce qu'elles seront plus tard. Un vaisseau sanguin les sépare et descend dans la région inférieure de la queue, vers le point même où les rayons vont commencer à présenter une importante modification.

Bientôt, dans toute la région qui correspond aux pièces cartilagineuses hypurales, et dans cette région seulement, le tissu de la nageoire devient granuleux, les fins rayons ne sont plus visibles, pendant que les rayons définitifs apparaissent. Le reste de la caudale, c'est-à-dire plus des trois quarts de celle-ci, ne présente aucune modification. La corde est toujours rectiligne et affecte plutôt, dans la partie qui correspond aux cartilages naissants, une très-légère courbure en bas. Mais, à cette époque; quand on observe l'animal couché sur le flanc et agité par des convulsions, on voit la corde se ployer légèrement sous l'influence des muscles dorsaux, au point où va se faire bientôt le changement dans sa direction. — En effet, la corde ne tarde pas à se relever dans toute la longueur correspondant aux premiers cartilages hypuraux parus. Ceux-ci ont augmenté de volume et de nombre, en même temps des soudures se sont produites. En même temps aussi sont apparues devant eux

d'autres pièces cartilagineuses (représentant des hæmapophyses ?) inclinées au-dessous de la corde dorsale (fig. 24).

Chez le Syngnathe encore muni de sa vesicule ombilicale, les pièces de soutien de la caudale présentent une disposition un peu différente. L'extrémité de la corde, en même temps qu'elle se relève, s'enfonce dans une large pièce cartilagineuse de forme irrégulière, à peu près triangulaire quand on l'observe de profil. Ce cartilage semble lui-même formé de deux parties qui se seraient soudées : un sillon lateral et une échancrure du bord postérieur montrent qu'il doit en être ainsi. La partie supérieure vue de profil est à peu près symétrique autour de la corde logée dans son milieu ; l'inférieure ressemble davantage à l'hypural antérieur des poissons osseux.

Pour étudier la manière dont les *rayons définitifs* formés de substance spiculaire arrivent à remplacer dans la caudale les fins *rayons primitifs* dépendant du lophioderme, le meilleur réactif nous a paru être la soude à 1 p. 100, qui donne ici d'excellents résultats. Elle isole parfaitement les rayons et respecte les cartilages hypuraux. On voit aussi très-bien, après l'action de ce réactif, en particulier chez le Gobius, l'intérieur de chaque rayon définitif rempli de tissu générateur dont les noyaux affectent une disposition souvent très-régulière.

Le lophioderme renferme d'abord, ainsi que nous l'avons indiqué, des rayons extrêmement fins disposés de chaque côté parallèlement à la surface de la peau, car ils se présentent, quand on dédouble celle-ci, sur chacun des lambeaux. Ils mesurent au plus 1 μ d'épaisseur, et semblent seulement s'atténuer à leur extrémité périphérique. Ils sont tantôt rapprochés à se toucher et tantôt écartés, adhérents au tégument, avec lequel ils se laissent enlever. On retrouve des rayons tout pareils sur les nageoires anale et dorsale des Squales, ainsi que nous avons pu l'observer sur un embryon de *Scillium catula* (1). Ces rayons ne sont pas attaqués par la soude ou sont

(1) Cet embryon, que nous avons représenté figure 5, était long de 3 centimètres. A cette époque, l'encéphale offre une courbure assez prononcée ; les fentes branchiales laissent passer de longs filaments, les nageoires pectorales et abdominales sont

seulement un peu gonflés par elle. Leur substance est hyaline, transparente, à bords extrêmement nets.

Chez le Gobius, à mesure que l'embryon grandit, les parties du lophioderme qui doivent devenir des nageoires, présentent une autre structure. On voit, en particulier à la place où sera la caudale, de chaque côté, sous l'épiderme, une série de fibres analogues aux rayons primitifs, mais beaucoup plus volumineuses et rapprochées à se toucher. Ces nouveaux rayons, que nous appelons *secondaires*, sont pour la plupart fusiformes, se terminant en pointe, surtout à l'extrémité périphérique, qui est plus aiguë que l'autre, légèrement mousse. Ces rayons mesurent 1 1/2 à 2 μ de large ; ils n'ont pas tous une longueur égale ; en dedans toutefois, ils se terminent tous au même niveau. La membrane où ils sont inclus peut être isolée à droite et à gauche, les origines de ces rayons dessinant le profil même de la corde dorsale.

bien développées. Au delà de celles-ci, c'est-à-dire dans plus de la moitié de la longueur de l'animal, deux nageoires anales de dimension égale se succèdent jusqu'à l'extrémité de la queue ; tandis qu'en dessus, une dorsale répond exactement, par sa place et par ses dimensions, à la seconde anale. Les rayons primitifs y sont très-accusés. En arrière, ces deux nageoires cessent subitement à 1 millimètre environ de l'extrémité du corps, qui de la sorte se termine en pointe sans être enveloppé d'aucune nageoire caudale. La corde dorsale, qui s'avance jusqu'à l'extrémité, ne présente aucune courbure et, dans cette région, aucune trace de developpement vertébral. Mais, à la surface du tégument, on distingue de chaque côté deux rangs de points brillants qui longent à droite et à gauche le bord supérieur et le bord inférieur de l'extrémité du corps. Chacun de ces points est une plaque paraissant formée de substance ostéoïde, saillante, élargie au sommet en surface plane polyédrique, plus étroite à la base, rappelant la forme de certains champignons (fig. 6). Le pied de la plaque est enchatonné au sommet d'une légère élévation des tissus sous-épithéliaux. Ces organes, dont nous n'avons pu déterminer exactement les rapports avec le derme, sur l'unique exemplaire dont nous disposions, paraissent se comporter avec les tissus sous-jacents comme les plaques des Raies ou du Lump : elles sont en tous cas les premiers organes consistants que présente l'embryon.

(La fin et les planches au prochain numéro.)

ANALYSES ET EXTRAITS

DE TRAVAUX FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

Recherches sur les réseaux vasculaires de l'œil des vertébrés, par M. Henri BEAUREGARD. *Paris*, 1876. — *Zur Entwickelung des Auges der Virbelthiere*, von Bernard KESSLER. Leipzig, 1877.

Nous relevons, dans les travaux dont nous donnons ici le titre et la date, les particularités suivantes sur le peigne des oiseaux, tant au point de vue de sa structure que de son mode de développement.

I. — STRUCTURE HISTOLOGIQUE.

La peigne est essentiellement constitué par un réseau vasculaire que soutient une charpente formée de gros capillaires dirigés, les uns parallèlement à la base du peigne, les autres perpendiculairement à cette base.

La paroi de tous ces vaisseaux se compose, d'après Beauregard : 1° d'un épithélium à cellules plates polygonales dans les gros capillaires, arrondies ou ovoïdes dans les petits ; et 2° d'une enveloppe extérieure hyaline, nettement limitée, dans l'intérieur de laquelle on observe de distance en distance des noyaux renfermés dans un corps cellulaire fusiforme. Suivant Kessler, les vaisseaux du peigne présentent bien la structure de capillaires chez les oiseaux très-jeunes, mais plus tard, « la paroi acquiert une épaisseur telle que la désignation de vaisseaux capillaires ne serait plus acceptable. »

Mihalkovics avait admis récemment l'existence d'une matière amorphe (*farblose Gallertmasse*) comblant les mailles vasculaires, et renfermant éparses les fines granulations pigmentaires mélaniques. D'après Beauregard, chez la poule, il n'en est point ainsi. Chez l'embryon, et même pendant quelques jours après l'éclosion, on trouve les mailles du réseau vasculaire remplies de nombreuses cellules fibroplastiques dans lesquelles le pigment est réuni en masses arrondies. Plus tard, d'après le même, ces cellules disparaissent, et les mailles du réseau vasculaire n'offrent plus qu'une substance amorpbe dans

laquelle se trouvent des fibrilles lamineuses, surtout abondantes au sommet et à la base du peigne, en même temps que des grains de pigment. Suivant Kessler, au contraire, chez la poule adulte, « les grains de pigment forment de petits groupes au centre desquels on trouve souvent une masse ronde sans pigment, que l'on peut sûrement regarder comme le noyau non pigmenté de cellules; ce groupement, ajoute le même observateur, ne se reconnaît que dans des préparations dont le durcissement a réussi. Si le durcissement n'est pas complet, les grains de pigment s'échappent en partie des cellules, et alors les contours de ces cellules ne sont plus reconnaissables. » Beauregard, qui a fait des recherches sur un grand nombre d'espèces, signale d'autre part que, chez beaucoup d'oiseaux, tels que le hibou, l'oie, la pintade, le pingouin, etc., les mailles du réseau capillaire sont, chez les individus adultes, comblées par un tissu presque entièrement formé de cellules étoilées ou fusiformes, dans lesquelles sont renfermés les grains de pigment. Chez le hibou en particulier, ces grains se rassemblent dans le corps des cellules sans en occuper les prolongements, et se groupent en forme de croissant qui embrasse le noyau de la cellule.

Beauregard confirme l'opinion, généralement adoptée, que le réseau du peigne forme un système vasculaire indépendant de celui de la choroïde. En effet, chez les oiseaux, une ou plusieurs branches de l'artère ophthalmique pénètrent dans l'œil, tantôt avec le nerf optique, tantôt au-dessous de lui, traversent ce nerf, et, après un parcours variable suivant les espèces, arrivent à la base du peigne. Là ces vaisseaux envoient directement des branches dans les plis de cette membrane, et de plus une branche spéciale qui longe la base du peigne, où elle occupe un sillon formé par l'écartement des fibres nerveuses à la surface du nerf dans son trajet sur le fond de l'œil. De cette dernière artère naissent de nombreux rameaux qui montent dans les plis du peigne, et par des subdivisions successives donnent naissance au réseau capillaire.

Le retour du sang s'effectue au moyen de troncs veineux qui, de distance en distance, traversent le nerf optique, principalement vers l'extrémité inférieure de la gouttière, et se terminent dans une grosse veine qui, longeant la face postérieure du nerf optique, sort du globe oculaire, au niveau ou un peu au-dessous de l'entrée du nerf. Ce tronc veineux s'étend en avant jusqu'aux procès ciliaires, et reçoit aussi quelques branches veineuses de la choroïde (Beauregard). Suivant Kessler, cette grosse veine est formée par la réunion de deux troncs plus petits partant de la zone ciliaire.

II. — Développement du peigne.

Comme on le sait, c'est entre le quatrième et le cinquième jour d'incubation que commencent à apparaître les premières traces du

peigne. Les bords du colobome, jusque-là rapprochés, s'écartent, et à travers la fente s'engage une traînée de cellules fibro-plastiques provenant de la couche sous-jacente à la rétine (Beauregard, 1876; Kessler, 1877). Ainsi se forme dans la fente une sorte de ruban à peine proéminent dans la cavité de la vésicule oculaire, et qui, sur les coupes transversales du colobome, apparaît comme une cheville soulevant la membrane hyaloïde, dejà assez épaisse à cette époque.

D'après Beauregard, si l'on enlève avec précaution le corps vitré, le peigne se détachant également et étant entraîné avec le tissu hyaloïdien, on aperçoit à un faible grossissement un réseau de quelques vaisseaux qui occupent dans le corps vitré le voisinage du peigne. Ce réseau est en rapport avec la portion du peigne la plus voisine des procès ciliaires, et en ce point fournit une branche qui arrive jusqu'à la capsule postérieure du cristallin, où elle se ramifie. Ce réseau hyaloïdien, qui enveloppe ainsi l'extrémité antérieure du peigne, est fourni par une artère qui longe la base du peigne, au moins dans sa partie la plus éloignée de l'entrée du nerf optique, et qui est comparable à l'artère centrale de la rétine des mammifères (Beauregard).

Les recherches de Kessler sur des embryons de cinq et six jours confirment les résultats obtenus par Beauregard. Contrairement à Lieberkühn et Mihalkovics, il admet le prolongement de la fente de la vésicule oculaire sur le nerf optique dans une petite étendue proche de son entrée dans l'œil. C'est dans cette fente qu'il trouve un vaisseau qui pénètre avec le nerf optique et qui, après avoir longé la base du peigne, entre dans le corps vitré. Pour étudier ce vaisseau dans ses rapports avec le colobome, Kessler fait des coupes qu'il divise en trois groupes, répondant à trois régions de l'espace compris entre le bord pupillaire et l'entrée du nerf optique.

La première région comprend la partie du colobome occupée par le peigne. On y voit la coupe du vaisseau à la base du peigne, mais ce vaisseau est tellement réduit, qu'on ne peut souvent le reconnaître que grâce à la présence d'une hématie (Kessler). Quant au peigne, il apparaît comme une petite cheville qui proémine dans la cavité de la vésicule oculaire. Dans la seconde région, située au delà du peigne, la fente est fermée, et on trouve le vaisseau, très-gros, accompagné de quelques éléments conjonctifs, placé au-dessus de la fente, par conséquent dans la cavité oculaire. Enfin la troisième région, voisine du bord pupillaire, montre les lèvres de la fente rétinienne rapprochées. C'est là, suivant Kessler, que le vaisseau qui a parcouru le corps vitré ressort de la vésicule oculaire par un orifice qui se fermera plus tard que le reste du colobome, en même temps que le vaisseau s'atrophiera. Le vaisseau, après avoir traversé ainsi la fente, revient vers l'entrée du nerf optique, en se plaçant dans ce parcours au-dessous de cette fente ; il y est accompagné de rameaux plus petits qui, de distance en distance, sortent du corps vitré. Cet ensemble de vaisseaux est destiné au retour du sang chez l'embryon, et, d'après Kessler, il

formera en se développant le tronc veineux dans lequel viennent déboucher les veines du peigne chez l'adulte.

Kessler ne signale pas le rapport immédiat entre le réseau hyaloïdien et le peigne embryonnaire dont parle Beauregard, sans doute parce qu'il a seulement observé des coupes. Ce rapport aurait un grand intérêt au point de vue du développement des vaisseaux au peigne. En effet, d'après Beauregard, dès le huitième jour de l'incubation, on trouverait dans la partie du peigne en contact avec le réseau hyaloïdien quelques rares vaisseaux en voie de formation, se constituant au moyen de prolongements angioplastiques émanés des vaisseaux hyaloïdiens. A cette époque, toujours suivant Beauregard, tout le reste du peigne, en voie rapide d'accroissement, est formé par une masse de cellules fibro-plastiques, serrées les unes contre les autres, et est dépourvu de vaisseaux. Ce n'est que plus tard, du quatorzième au dix-huitième jour, que l'on voit se former des vaisseaux dans toute l'étendue de la membrane, en même temps que les cellules fibro-plastiques diminuent de nombre (par suite d'une transformation possible en cellules angioplastiques). La formation de ces vaisseaux commence à la base du peigne, car au dix-huitième jour le sommet du peigne est encore dans l'état embryonnaire, complétement privé de vaisseaux. Kessler arrive aux mêmes conclusions. Il admet le développement sur place des vaisseaux (par différienciation des cellules du tissu lamineux) et non pas, comme on aurait pu le croire, par végétation des parois de l'artère de la base Il constate en effet dans ses préparations la présence de capillaires en formation, sur tous les points, reconnaissables à des trainées cellulaires qui apparaissent d'abord à la base du peigne, et qu'il n'a jamais trouvés en relation avec les parois de l'artère de la base.

Les plis du peigne commencent à se former entre le neuvième et le dixième jour (Beauregard, Kessler). Suivant Beauregard, ce sont d'abord des accumulations de tissu embryonnaire qui se font à intervalles à peu près réguliers, et donnent ainsi lieu à des épaississements qui alternent avec des dépressions dans lesquelles le peigne embryonnaire conserve son épaisseur primitive. Ces plis partent de la base du peigne. Au dixième jour, ils atteignent environ la moitié de sa hauteur, et ce n'est que vers le douzième qu'un certain nombre d'entre eux atteint le sommet. Kessler fait connaître en outre que, au douzième jour, c'est le pli du milieu qui est le plus développé, et il en conclut que cette formation commence par le milieu du peigne pour se continuer de chaque côté vers ses extrémités.

III. — Rôle physiologique du peigne.

En observant le peigne au moyen de l'ophthalmoscope, Beauregard a reconnu que cet organe apparaît dans l'œil comme une masse noire dont l'image varie suivant qu'il se présente par une de ses

faces ou dans le plan même du rayon visuel. Le peigne paraît animé de mouvements ; car, pendant l'observation, on le trouve tantôt à droite, à gauche, en haut ou en bas par rapport à la pupille, tantôt même il obstrue complétement l'orifice pupillaire. Il semble se transporter rapidement de l'une de ces positions dans l'autre, en même temps qu'il présente des mouvements saccadés ou trépidations suivant un rhythme assez régulier. Beauregard prouve que ces deux sortes de mouvements ne sont pas propres au peigne. Il appelle *apparents* les mouvements de translation, et *transmis* les mouvements saccadés.

Les mouvements de translation ne sont qu'*apparents*; Beauregard prouve que, si le peigne vient se placer derrière la pupille et l'obstruer, c'est qu'il suit certains mouvements du fond de l'œil, sur lequel il est resté fixe. Par la section des muscles moteurs du globe oculaire, Beauregard fait cesser complétement ces mouvements; de même, en divisant au fond de l'orbite le nerf moteur oculaire commun. Enfin, il supprime chaque déplacement dans un sens déterminé en sectionnant successivement chacun des muscles de l'œil. En un mot, il suffit d'arrêter les mouvements de l'œil pour voir cesser ceux du peigne. On explique dès lors très-bien l'*apparence* donnée par l'examen ophthalmoscopique, si l'on se rappelle que le centre des mouvements de l'œil des oiseaux se trouvant, comme chez les mammifères, dans un plan très-rapproché de l'iris, le segment postérieur du globe oculaire reçoit, sous l'influence des muscles, des oscillations beaucoup plus prononcées que celles du segment antérieur, de telle sorte que, pour un faible déplacement de la cornée, il y a un déplacement beancoup plus marqué du fond de l'œil.

Quant aux mouvements de trépiditation, Beauregard prouve que ce ne sont pas non plus des mouvements volontaires et propres au peigne. Pour cela, il traverse le segment antérieur de l'œil d'une poule avec une fine épingle dont la pointe reste libre au milieu du corps vitré. L'épingle est bientôt agitée de saccades qui coïncident avec celles du peigne, comme on peut le reconnaître avec l'ophthalmoscope. De ses expériences Beauregard conclut que ces mouvements sont *transmis* au peigne, grâce à la grande densité du corps vitré des oiseaux. Le peigne traduit à la vue de l'observateur, comme le ferait un appareil enregistreur, les mouvements de toute nature qui se produisent dans l'orbite et se communiquent au globe oculaire. Les contractions des muscles de la troisième paupière auraient, dans la production de cette trépidation, une influence prépondérante. Au reste, ces mouvements *transmis* ne paraissent avoir aucune importance au point de vue du rôle physiologique du peigne. Il n'en est pas de même des mouvements *apparents*.

Récemment Leuckart a prétendu que le peigne ne joue pas le rôle d'écran destiné à arrêter en partie les rayons lumineux; car, dit-il, « vu la situation excentrique du peigne et sa direction inclinée par rapport à l'incidence des rayons, la quantité de ces rayons qui se

trouve interceptée ne doit être que très-faible, et le peigne ne doit jouer dès lors que le rôle d'une *tache aveugle* longitudinale, semblable à celle que forme chez tous les vertébrés le nerf optique à son entrée dans l'œil. » Les recherches ophthalmoscopiques de Beauregard contredisent cette opinion. Il constate que, chez la poule, le peigne, grâce aux positions variées qu'il peut prendre derrière la pupille, intercepte le passage de certains rayons venant d'en haut, c'est-à-dire émanés de points lumineux situés au-dessus du méridien horizontal de l'œil. Parmi ces rayons, ceux qui, se rendant à la rétine, passent dans le voisinage immédiat du méridien vertical de l'œil, sont surtout interceptés dans les mouvements du peigne. Toutefois les rayons qui font avec le méridien vertical de l'œil un angle inférieur à 30 degrés, d'un côté ou de l'autre de ce méridien, peuvent également être arrêtés dans leur marche en raison des déplacements de l'organe. Tous les autres rayons compris en dehors de ces limites, et en particulier ceux qui émanent de points situés au-dessous du méridien horizontal, arrivent tous jusqu'au fond de l'œil.

Beauregard fait remarquer d'autre part que, chez la poule, les seuls rayons qui peuvent, partant d'un même point, atteindre les deux yeux à la fois, sont précisément compris dans les limites assignées aux rayons que le peigne intercepte. Il convient en effet de se représenter le champ visuel commun de la poule comme un fuseau sphérique situé au zénith de l'animal. Si le peigne vient à se placer de manière à intercepter d'un côté les rayons, il supprime du même coup l'usage de la vision binoculaire, ce qui est intéressant à constater chez les oiseaux qui, comme la poule, font un usage constant et peut-être électif de la vue monoculaire. Cette remarque a d'autant plus d'intérêt que, chez les oiseaux de proie nocturnes, qui doivent, en raison de la disposition de leurs yeux, faire un usage habituel de la vue binoculaire, le peigne, remarquable par son très-faible développement et à peu près immobile, grâce à la fixité presque absolue de l'œil, ne paraît jouer d'autre rôle que celui d'une tache aveugle.

Quoi qu'il en soit, le peigne, en absorbant un certain nombre de rayons, exerce une influence évidente sur le mécanisme de la vision chez les animaux où cette fonction joue un rôle si considérable. On peut admettre, d'autre part, que le peigne n'est pas étranger à la nutrition des milieux de l'œil. Une grande richesse vasculaire, une étendue en surface, augmentée encore par la présence de nombreux plis, sont autant de conditions qui semblent indiquer que des fonctions nutritives sont réservées à cet organe.

Revision der Gattung Analges *Nitzsch*, *sive* Dermaleichus *Koch*, *von* Gottfried Haller. Broch. in-8, avec une pl. Leipzig, 1877. — Freyana *und* Picobia, *zwei neue Milbengattungen*, *von D. phil.* G. Haller. Broch. in-8°, avec une pl. (Extr. de *Zeitschrift f. wissensch. Zool.* 1877, XXX B d.)

La première de ces deux brochures est la dissertation inaugurale pour l'obtention du grade de docteur en philosophie, soutenue, en mai 1877, à l'université de Zurich, devant les professeurs Frey et Heer, par l'auteur, M. G. Haller.

Cette thèse, ainsi que son titre l'indique, a pour objet la révision du genre *Analges* de Nitsch, genre Dermaleichus de Koch, qui comprenait, pour ces deux auteurs, la plupart des Acariens Plumicoles, et même, pour Koch, des Acariens parasites des petits rongeurs. C'est, en un point très-restreint, un travail analogue à celui que nous avons fait, M. le professeur Robin et moi, pour tous les sarcoptides plumicoles, et qui a paru dans ce journal, numéros de mai, juillet, septembre et novembre de la même année 1877.

L'auteur commence par citer les différents auteurs qui se sont occupés d'acariens appartenant manifestement aux genres en question.

Redi, en 1728, dans son *Opuscula physiologica*, donne la figure d'un acarien dans lequel on reconnaît le *Dermaleichus fringillarum* de Koch. Une autre et meilleure figure du même acarien se trouve dans les *Observations microscopiques* de Cosmus Conradus Cuno (1734). Sous le nom d'*Acarus passerimus*, de Geer, dans son *Traité de l'Histoire des insectes* (1783), édition allemande, donne la figure et la description de la même espèce, et, sous le nom d'*Acarus avicularum*, il décrit une autre espèce, dans laquelle on reconnaît la femelle et la larve hexapode de l'espèce précédente. Hermann, dans son Mémoire aptérologique (1809), décrit et figure une nouvelle espèce d'Analges, qu'il nomme *Acarus chelopus*. Nitzch, dans l'*Encyclopédie universelle* d'Ersch et Gruber (1819), est le premier à grouper ces acariens plumicoles dans un genre particulier, qu'il nomme *Analges*, mais n'en donne pas une caractéristique distincte.

Koch, dans la *Faune de Panzer* (1834), fait paraître son grand travail sur les crustacés, les arachnides et les myriapodes de l'Allemagne, dans lequel, parmi les acariens, figure son genre *dermaleichus*, qui embrasse la plupart des acariens plumicoles et même des acariens parasites des rongeurs, et dans lequel disparaissent les Analges de Nitsch. Plus tard, M. le professeur Giebel, de Halle, qui, dans les nombreux acariens plumicoles recueillis par Nitzsch, trouva la matière de deux volumineux mémoires, parus : le premier, en 1864 ; le

deuxième, en 1871, rétablit avec raison le genre *Analges*, et lui donne la priorité sur le genre Dermaleichus de Koch. Enfin, pour compléter la liste des auteurs qui ont parlé des Dermaleichus, l'auteur cite encore Claparède, qui, dans ses *Studien an Acariden* (Zeitsch. f. wissensch. Zool. XVIII Bd.) distrait de ce genre, qu'il regarde comme l'identique du genre Analges, des acariens parasites des rongeurs, dont il fait son genre Myocoptes ; puis, Buchholz, qui, dans son travail intitulé : *Einige Bemerkungen uber die Gattung Dermaleichus Koch*, décrit vingt-cinq espèces qu'il attribue à ce genre, mais auquel la plupart n'appartiennent pas suivant Halter.

Dans cette série d'auteurs qui se sont occupés des acariens plumicoles, nous ne voyons pas figurer M. Ch. Robin, dont le mémoire sur les *sarcoptides avicoles*, résumé dans les comptes rendus de l'Académie des sciences (20 avril 1868), est ce qu'il y a de plus complet jusqu'à présent sur la physiologie et l'anatomie de ces acariens, et qui a été reproduit dans notre travail publié en commun et cité ci-dessus.

Après cet historique du genre Analges, l'auteur s'attache à établir le caractères qui doivent appartenir à ce groupe; de l'analyse de ces caractères, il résulte qu'il les restreint à ceux qui, pour nous, appartiennent à la première subdivision du genre tel que nous l'avons admis, ou au premier sous-genre, que nous avons distingué des autres comme suit (1) :

1° ANALGES DONT LE MALE A L'ABDOMEN ENTIER ET LA TROISIÈME PAIRE DE PATTES ÉNORME TERMINÉE PAR UN ONGLE ROBUSTE.

Après avoir donné l'anatomie, la physiologie et le genre de vie des acariens de ce genre ainsi restreint, avec des déiails qui ne diffèrent pas de ceux que nous avons donnés nous-mêmes, l'auteur se demande quelle place ce genre doit occuper dans la classification générale des acariens; il émet l'idée, — qui nous semble peu rationnelle, — qu'ils doivent former une famille à part, reliant les sarcoptides psoriques aux Dermanysses. Plusieurs figures, en parties schématiques où les détails des deux faces abdominales et dorsales sont confondus (et certainement inexactes dans la représentation des extrémités des pattes antérieures, représentent le mâle de l'*Analges fringillarum* de Koch, et la femelle de l'*Analges coléoptéroïdes*, nouvelle espèce de l'auteur. Il donne encore plusieurs petites demi-figures des mâles d'autres espèces qui ne se distinguent que par des différences dans la forme de la troisième paire de pattes.

L'auteur admet dans ce genre treize espèces, réparties dans deux sous-genres : le premier sous-genre, comprenant les *Analges* à troisième paire de pattes formant distinctement une volumineuse pince (*chelopii*) ; le second, les *Analges* à troisième paire de pattes simplement extraordinairement épaisse (*pachycnemici*).

(1) Robin et Megnin. *Mémoire sur les sarcoptides plumicoles*, dans ce recueil, année 1877, page 392.

Dans le premier sous-genre, la troisième paire de pattes, outre son volume extraordinaire, offre à la base et en dedans de son deuxième article, qui est le plus grand, un prolongement tuberculeux, allongé, qui forme avec l'extrémité ongulée du tarse une véritable et forte pince. Ce premier sous-genre comprend quatre espèces, lesquelles paraissent tellement semblables, qu'elles nous semblent ne devoir former qu'une seule espèce, ou tout au plus des variétés de l'une d'elles, car elles ne se distinguent guère que par leur habitat. Ces espèces sont :

1. L'*Analges chelopus* (*acarus chelopus*) d'Hermann, trouvé par lui sur un gorge-bleue.

2. L'*Analges spiniger* Giebel, recueilli sur la *Sylvia hypolaïs.*

3. L'*Analges bidentatus* Giebel, recueilli sur un *Accentor modularis.*

4. L'*Analges Nitzschi* nov. spec. G. Haller, trouvé sur l'*Emberiza citrinella.*

Cette dernière espèce est la seule que l'auteur connaisse de *visu;* il la décrit et donne la figure du mâle. La femelle mesure $0^{mm},40$ de long sur $0^{mm},33$ de large, et ressemble à toutes celles du genre. Le mâle a $0^{mm},28$ de long sur $0^{mm},13$ de large, et ne se distingue que par la forme d'énorme pince que figure sa troisième paire de pattes.

Dans le deuxième sous-genre, la troisième paire de pattes, tout en étant énorme, ne présente pas d'apophyse tuberculeuse à son deuxiéme article, qui n'en est pas moins le plus volumineux. L'auteur admet neuf espèces dans ce groupe, dont il ne décrit que les quatre dernières, qu'il a seules vues.

5. *Analges passerimus* de Geer, trouvé snr plusieurs espèces de moineaux.

6. *Analges fringillarum* Koch, trouvé sur le pinson de montagne, le chardonneret, le verdier, le casse-noix, le bruant jaune et l'étourneau.

7. *Analges oscinum* Koch, trouvé sur la pie-grièche, des alouettes, des emberizes, le jaseur et le rouge-gorge.

8. *Analges mucronatus* Buchholz, trouvé sur la mésange bleue.

9. *Analges integer* Giebel, trouvé sur le grand écorcheur (pie-grièche).

10. *Analges pachycnemis* Giebel, trouvé sur le *Motacilla alba.* Cette espèce est pour l'auteur le type du deuxième sous-genre ; elle mesure $0^{mm},60$ de long sur $0^{mm},40$ de large (l'auteur ne dit pas si c'est le mâle ou la femelle) ; la forme du deuxième article de la troisième paire de pattes établit, d'après lui, la transition entre le premier sous-genre et le deuxième ; l'apophyse tuberculeuse interne n'existe plus ; mais, à sa place, se trouve une sorte de dent tronquée qui peut faire encore un peu la pince avec l'ongle terminal du tarse.

11. *Analges coleopteroïdes* nov. spec. G. Haller (fig. 14), trouvé par l'auteur sur le bruant jaune. Cette espèce mesure $0^{mm},42$ de long sur $0^{mm},25$ de large ; la troisième paire de pattes est beaucoup moins volumineuse que chez les précédentes ; elle n'est plus du tout en

pince, et, d'après la figure qu'en donne l'auteur, ressemble tout à fait à notre *Analges corvinus* (*loco citato*).

12. *Analges affinis* nov. spec. G. Haller (fig. 15), trouvé par l'auteur sur le *Trichodroma phœnicoptera*. Le mâle mesure 8mm,55 de long sur 0mm,31 de large. Ressemble tout à fait au précédent, et, par suite, à notre *Analges corvinus*.

13. *Analges Certhiæ*, nov. spec. G. Haller (fig. 16). Trouvé par l'auteur, sur le *Certhia familiaris*, mesure 0mm,45 sur 0mm,24, très-voisin, si toutefois il ne se confond pas tout à fait, avec le *Analges fringillarium*.

Maintenant, si je compare les espèces décrites, dans le travail cité plus haut, de M. Ch. Robin et moi, avec celles qui font l'objet de la dissertation de Ch. G. Haller; si je compare surtout ses figures et les nôtres, je trouve que notre *Analges passerimus* correspond exactement à *l'Analges passerinus* de de Geer, à *l'Analges fringillarum* de Koch et à *l'Analges certhiæ* de l'auteur, entre lesquelles je ne vois aucune différence spécifique; s'il y a des différences, que l'auteur aurait saisies, mais qui m'échappent, ce ne sont, dans tous les cas, que des différences de variétés.

Notre *Analges corvinus* correspond aussi exactement à *l'Analges affinis* de l'auteur, et même à son *Analges coleopteroïdes*.

En sorte que les espèces réellement nouvelles que décrit M. G. Haller, et qui sont à ajouter aux trente-deux que nous avons décrites dans notre *Mémoire sur les sarroptides plumicoles*, sont les suivantes :

L'*Analges chelopus* d'Hermann, qui nous paraît être la même espèce que l'*Analges spiniger* de Giebel et l'*Analges Nitschii* de l'auteur.

L'*Analges bidentatus* de Giebel.

Puis :

L'*Analges mucronatus* de Bucbholz.

Et l'*Analges pachycnemis* de Giebel.

C'est-à-dire quatre espèces nouvelles au moins, à ajouter aux deux qui constituaient notre premier groupe, ou sous-genre, dans notre genre ANALGES.

La deuxième brochure de M. Ch. C. Haller a pour objet la description de deux Acariens avicoles pour lesquels l'auteur crée deux genres nouveaux : le premier sous le nom de *Freyana*, en l'honneur du Dr Froy, professeur à l'Université de Zurich ; l'autre sous celui de *Picobia*, parce que l'acarien pour lequel il le compose a été trouvé, par lui, parasite d'une espèce de pic.

Le premier de ces Acariens, qui devient alors son *Freyana anatina*, est ainsi nommé parce qu'il a été rencontré sur un canard (l'*Onas boschas*) ; il avait déjà été vu par Koch, qui l'avait classé dans ses *dermalichus*. C'est un grand acarien plumicole ; d'après la description de l'auteur et surtout la figure qui l'accompagne, — bien que cette figure ait, comme celles de la brochure précédente, le défaut de

confondre les détails des deux faces inférieure et supérieure, — il confine, s'il n'en fait partie, le genre *Pterolichus* de M. Ch. Robin. En effet, il a tous les caractères de ce genre : même composition et même forme des organes rostraux ; mêmes pattes à peu près toutes semblables, toutes terminées par une large ventouse indiforme. Les différences qu'il présente avec les acariens du genre en question, c'est que les épimères des pattes sont tous reliés entre eux par des brides chitineuses, et que les quatre pattes postérieures forment un groupe central sous l'abdomen (si toutefois ce n'est pas le résultat d'une copie trop servile d'une préparation mal réussie), et qu'elles sont courtes et robustes comme celles de la quatrième paire du *Ptérolichus claudicans* (Ch. Robin). L'extrémité postérieure du corps est arrondie et présente chez le mâle, outre trois paires de soies, trois paires d'appendices foliacés dont l'interne est coudé. Le quatrième article de la deuxième paire de pattes présente aussi supérieurement une boursuflure tuberculeuse en forme de casque.

Le mâle de cette nouvelle espèce mesure $0^{mm},50$ de long sur $0^{mm},35$ de large ; les dimensions de la femelle ne sont pas données.

Si l'on adopte ce nouveau genre *Freyana*, il prendra place dans notre nomenclature des sarcoptides plumicoles entre les genres *Pterolichus et Pteronyssus*; si au contraire on le regarde comme, ainsi que nous le pensons, ne formant qu'un sous-genre du premier de ces genres, l'espèce *Freyana anatina*, devenant un *Pterolichus anatina* (G. Haller), prendra place entre le *Ptero- lichus cultrifer* et le *Pterolichus lunula* de la susdite nomenclature. (*Journal de l'anatomie*, 1877, page 392.)

Le deuxième acarien décrit et figuré par l'auteur est une espèce nouvelle très-curieuse qu'il a rencontrée vivant sous la peau d'une espèce de pic, le pic cendré (*Picus canus*). L'auteur fait remarquer à cette occasion que le nombre augmente, des espèces acariennes parasites vivant sous la peau des oiseaux, soit dans le tissu cellulaire, soit dans les poches aériennes, soit même dans les muscles. Le premier de ces parasites acariens décrits serait, d'après lui, l'*Hypodectes* de Filipini (*Archivio per la zoologia, l'anatomia*, etc., I. p. 32 ff. pl. V), qui n'est autre que notre larve hypopiale du *Pterolichus falciger*, ainsi que nous l'avons montré dans le mémoire cité plus haut, et qui du reste avait été vu avant Filipini par Robertson. Quant aux autres, ils ont besoin d'être revus, ce que nous ferons sous peu.

Pour l'acarien parasite sous-cutané du pic cendré, M. G. Haller a créé le nom générique de *Picobia*, et a nommé l'espèce *Picobia Heeri*, en l'honneur du D[r] Heer, professeur à l'Université de Zurich.

Le *Picobia Heeri* est un acarien allongé qui mesure $1^{mm},44$ de long sur $0^{mm},37$ de large, c'est-à-dire que sa longueur est à sa largeur comme 4 est à 1. Ses pattes forment deux groupes éloignés, l'un à l'extrémité antérieure du corps, l'autre au milieu et en dessous de l'abdomen. Le rostre est cylindro-conique, cemposé d'un suçoir pointu renfermant une paire de mandibules styliformes petites, et muni latéralement d'une paire de palpes. volumineux de trois articles terminés

par un crochet inséré au dos du dernier article. A la base, de chaque côté du rostre, se trouve une paire d'organes en vis qui est une énigme pour l'auteur; nous pouvons lui dire dès à présent que ce sont des stigmates, car nous avons étudié des espèces voisines qui en ont de semblables.

Les pattes antérieures sont grosses, courtes, de cinq articles portant chacun une soie, et sont terminées par un crochet fourchu barbelé et presque droit; elles ont pour base des épimères conjugués entre eux de chaque côté. Les pattes postérieures sont de moitié plus grêles que les antérieures, aussi de cinq articles, et terminées par une paire de crochets courbes entre lesquels émerge un cirre fermé plus long qu'eux.

Le corps présente sur l'ensemble de ses diverses faces douze paires de soies, dont deux pour l'extrémité postérieure, et plusieurs paires de petits poils.

L'auteur classe ce parasite curieux à côté du *Myobia musculi* de Schrank, ce qui est très-rationnel; mais il se rapproche encore plus de certains parasites, entre autres du *Harpirhynchus nidulans*, qui constituent pour nous la tribu des *cheylétides* parasites, à laquelle le *Picobia* appartient certainement. Cette tribu est caractérisée par des pattes à cinq articles et à crochets terminaux variés; un rostre en suçoir à mandibules styliformes, petites et à palpes gros et à crochets; un appareil respiratoire trachéen, s'ouvrant dans une paire de stigmates en hélices : tous ces caractère appartiennent bien au *Picobia Heeri*, et même au *Myobia musculi* de Schrank : aussi figureront-ils dans le travail complet que nous préparons sur cette tribu, et dont nous avons déjà présenté deux espèces inédites à la Société entomologique de France, dans sa séance du 28 novembre dernier. (Voir le *Bulletin de la Soc. Entom.* de novembre 1877. Paris, in-8°, n° 22, p. 236.)

P. MÉGNIN.

Le propriétaire-gérant,
GERMER BAILLIÈRE.

Saint-Denis. — Imprimerie de CH. LAMBERT, 17 rue de Paris.

RECHERCHES CLINIQUES ET EXPÉRIMENTALES

SUR LA VALEUR COMPARÉE DES SIGNES FOURNIS PAR L'EXAMEN DU

POULS RADIAL

DANS LES ANÉVRYSMES DU TRONC BRACHIO-CÉPHALIQUE DE L'AORTE ET DE L'ARTÈRE SOUS-CLAVIÈRE.

IMPORTANCE DU RETARD DU POULS

Par le Dr FRANÇOIS-FRANCK

Le pouls artériel au-dessous d'un anévrysme présente des modifications de *forme* et *d'amplitude* assez caractérisées pour constituer d'excellents éléments de diagnostic dans la plupart des cas. L'expansion brusque du vaisseau est transformée en une expansion plus lente et plus faible : « On voit quelquefois cette transformation si complète, que la période d'ascension du tracé devient aussi longue que la période de descente. » (Marey, *Physiologie de la circulation*, p. 442.) Ces changements dans les caractères du pouls sont subordonnés, comme l'ont montré les recherches de M. Broca, confirmées par les expériences de M. Marey, à la dilatabilité de la poche anévrysmale. On devrait donc s'attendre à rencontrer les modifications indiquées, chaque fois que le sac anévrysmal est volumineux et extensible. Dans certains cas cependant, le pouls présente au-dessous de l'anévrysme une amplitude plus grande, il fournit au doigt une sensation d'intensité exagérée ; en un mot, il affecte des caractères exactement inverses des caractères ordinaires. Nous avons observé deux fois ces caractères paradoxaux du pouls artériel, et c'est l'analyse des conditions spéciales qui sont intervenues chez les deux malades dont il s'agit qui fera l'objet de ce travail (1).

(1) Une note sur ce sujet a été communiquée à la Société de biologie, au nom de M. Bellouard et au nôtre, dans la séance du 29 décembre 1877.

— Au mois d'avril 1875, nous vîmes à l'hôpital Cochin, dans le service du Dr Bucquoy, un homme de 55 ans atteint d'anévrysme du tronc brachio-céphalique. Le diagnostic de M. Bucqnoy reposait sur des signes locaux assez évidents pour qu'il n'y eût pas lieu de le discuter. Le pouls radial droit et le pouls radial gauche avaient été déjà recueillis avec soin, et on avait remarqué l'amplitude exagérée du pouls du côté correspondant à l'anévrysme. Nous avons pris aussi les tracés des deux pouls, avec le sphygmographe direct modifié de M. Marey, et constaté la même différence. Voici deux tracés fournis par ce malade lors de notre premier examen. Il semble

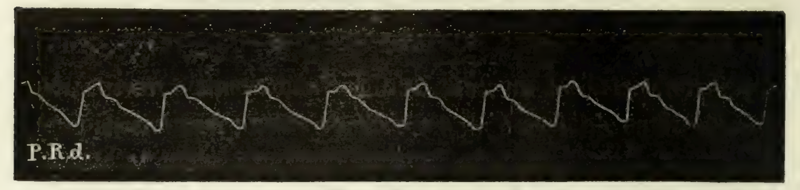


Fig. 1. — Pouls radial droit (anévrysme du tronc brachio-céphalique. — Hôpital Cochin. Service du Dr Bucquoy. Avril 1875).

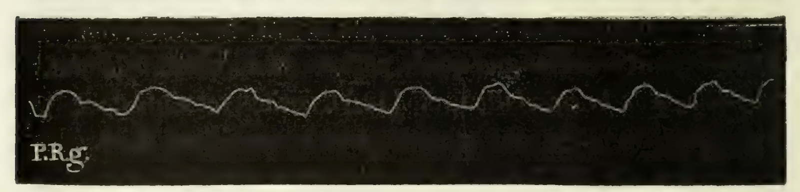


Fig. 2. — Pouls radial gauche du même sujet.

évident qu'un observateur non prévenu attribuerait le pouls N° 2 à l'artère explorée au-dessous de l'anévrysme, et le pouls Ne 1 à l'artère du côté sain : l'amplitude plus grande, la brièveté de l'ascension semblent, en effet exclure l'idée d'un anévrysme placé sur le trajet de l'artère qui a fourni le premier tracé. Assurément le fait était étrange, mais il n'en était pas moins bien constaté. Ce malade a été suivi, quelque temps après sa sortie de l'hôpital, et soumis à des explorations un peu plus complexes dont il sera questiou tout à l'heure.

Tout récemment (12 décembre 1877), nous avons pu examiner avec M. Bellouard, interne du Dr Panas, une femme de 58 ans, également atteinte d'un anévrysme du tronc brachio-céphalique et

présentant les mêmes phénomènes paradoxaux du côté du pouls. Rapprochons les tracés obtenus chez cette malade de ceux qu'avait fournis le malade du Dr Bucquoy : leur analogie est frappante.

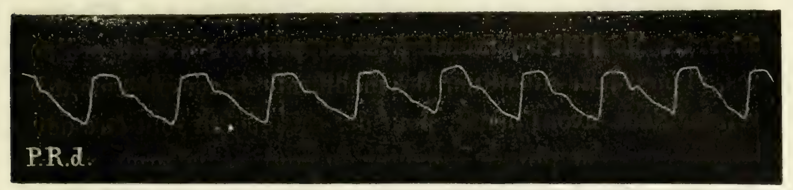


Fig. 3. — Pouls radial droit. (Anévrysme du tronc brachio-céphalique. — Hôpital Lariboisière. Service du Dr Panas. 12 décemére 1877.)

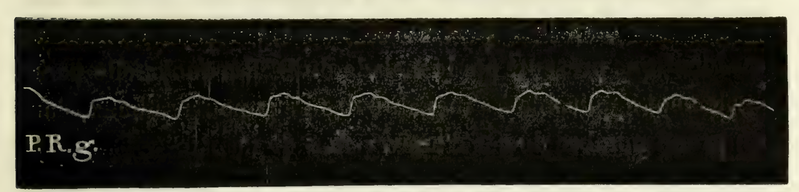


Fig. 4. — Pouls radial gauche chez la même malade.

Nous ferons, à propos de ces deux derniers tracés, la même remarque qu'à propos des deux premiers : on serait tenté d'attribuer à première vue le pouls qui présente le moins d'amplitude à l'artère sur le trajet de laquelle existe l'anévrysme, c'est-à-dire au côté droit : c'est le contraire qui existe. Pour donner une idée du degré auquel les caractères ordinaires des deux pouls, radial droit et radial gauche, sont modifiés chez ces malades, nous rappellerons ici le type ordinaire des tracés sphygmographiques dans le cas d'anévrysme du tronc brachio-céphalique.

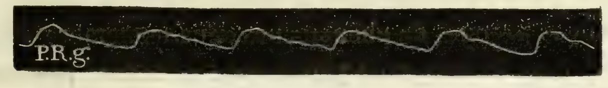


Fig. 5. — Pouls radial gauche.

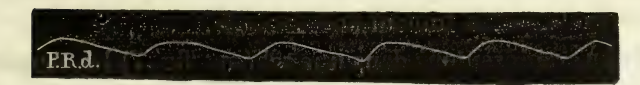


Fig. 6. — Pouls radial droit.

On voit que, « le pouls est fortement modifié du côté droit, c'est-à-dire au-desous de la tumeur. L'amplitude de la pulsation est sensiblement diminuée ; la forme a subi la modification ordinaire, c'est-à-dire l'augmentation de durée de la période d'expansion du vaisseau et la suppression des différentes saccades de

la pulsation. » (Marey, *Phys. méd. de la circulation*, p. 444.)

En présence de ces deux faits bien positifs d'augmentation de l'amplitude du pouls au-dessous d'un anévrysme, nous devions nous demander quelle influence étrangère a la dilatation anévrysmale était intervenue pour supprimer ses effets ordinaires, et pour leur substituer des modifications complétement inverses. Nous avons pensé, pour des raisons qui vont être développées, que l'amplitude exagérée du pouls radial droit, pouvait être rapportée à une paralysie des nerfs vaso-moteurs du membre supérieur correspondant. Cette interprêtation, qui nous semble justifiée chez la malade du Dr Panas, peut être étendue au cas identique présenté par le malade du Dr Bucquoy ; elle paraît également applicable à l'inégalité des deux pouls radiaux, dans un grand nombre de cas d'anévrysmes de l'aorte.

§ 1. — **L'amplitude exagérée du pouls radial droit, dans le cas d'anévrysme du tronc brachio-céphalique, s'explique par la paralysie vaso-motrice des vaisseaux du membre correspondant.**

Cette paralysie vasculaire, n'est pas admise ici comme une hypothèse pouvant permettre d'interpréter les phénomènes paradoxaux présentés par le pouls au-dessous de l'anévrysme : son existence est déduite, 1° des phénomènes locaux présentés par la circulation et la température dans le membre supérieur droit; 2° des phénomènes vasculaires, calorifiques, oculaires et auditifs, qui s'observent dans la moitié droite de la face.

Ces deux groupes de phénomènes dans le membre supérieur droit et dans la face, nous paraissent reconnaître pour cause la compression des ganglions cervical inférieur et premier thoracique droits, par la tumeur anévrysmale.

Si nous représentons dans une schéma (fig. 7) les rapports de ces deux ganglions (gn. C. i. et gn. 1 Th.), nous voyons qu'une tumeur anévrysmale, se développant sur le tronc brachio-céphalique (T. BC.) ou à l'origine des deux artères carotide (C) et sous-clavière (S. Cl). peut facilement comprimer, dans l'angle rentrant formé par la colonne vertébrale et la première côte, la masse ganglionnaire qui s'y trouve accolée.

Or, les filets nerveux qui se rendent aux vaisseaux du membre supérieur et ceux qui vont se jeter plus haut sur les artères

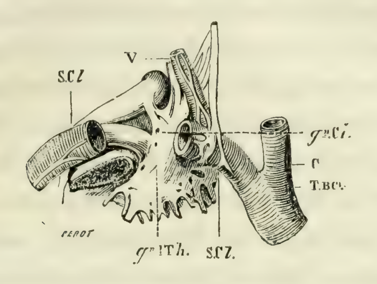


FIG. 7.— Rapports des ganglions cervical inférieur (gn. C. i.) et 1er thoracique (gn. 1 Th.) avec la première côte, le tronc brachio-céphalique (T. B. C.) et l'artère sous-clavière (S. Cl.). On voit sur cette artère les filets vasculaires du membre supérieur émanant du ganglion 1er thoracique.

de la moitié correspondante de la face et du cou, proviennent des ganglions premier thoracique et cervical inférieur, ou plutôt traversent ces ganglions. Il en résulte que la compression de ces amas ganglionnaires équivaudra à la section des filets vasculaires qui en émanent : nous devrons, dès lors, constater, dans les régions où se distribuent les vaisseaux ainsi privés de leurs nerfs vaso-moteurs, les troubles variés liés à cette paralysie. C'est, en effet, ce qui s'observe chez la malade du Dr Panas. Il est noté dans l'observation recueillie par M. Bellouard, interne du service, que depuis longtemps cette femme présente des troubles auditifs du côté droit, que la moitié droite de la face, habituellement plus congestionnée, s'échauffe plus rapidement que la moitié gauche et sue plus facilement. L'ouverture palpébrale est diminuée à droite, le globe de l'œil enfoncé dans l'orbite, la pupille est très-notablement rétrécie. Au moment de notre examen, la malade tournant le dos à une fenêtre, l'orifice pupillaire droit présentait un diamètre de 1 millimètre 1/2, l'orifice pupillaire gauche avait un diamètre de 4 millimètres. On reconnaît là les signes de la paralysie du sympathique cervical, tels que Cl. Bernard les a fait connaître et tels qu'on les retrouve dans les observations, aujourd'hui assez nombreuses, recueillies chez l'homme.

La même cause qui a produit la paralysie des filets vasculaires céphaliques et iriens du sympathique cervical, détermine chez

cette femme la paralysie des filets vaso-moteurs du membre supérieur droit. Malgré la présence de l'anévrysme à l'origine des artères de ce membre, la température y est en tout temps plus élevée que du côté opposé. Cet excès de chaleur de la main droite sur la main gauche, est très-nettement perçu par la malade, qui fournit, au sujet des sensations différentes éprouvées dans l'une et l'autre main, des détails fort intéressants à bien des points de vue, mais que nous ne pouvons rapporter ici. L'application prolongée du thermomètre, avec toutes les précautions désirables, dans la paume de la main et dans l'aisselle, fournit à droite et à gauche les chiffres suivants :

1° Dans la main	à droite	36°2	Différence $\frac{6}{10}$ de degré en faveur de la main droite.
	à gauche	35°6	
2° Dans l'aisselle	à droite	36°8	Différence $\frac{5}{10}$ de degré en faveur de l'aissselle droite.
	à gauche	36°3	

On voit que l'exploration de la température fournit des indications tout aussi inattendues que celles que donne l'examen du pouls : ordinairement, en effet, et pour la même raison qui fait le pouls petit et faible, la température est abaissée dans un membre au-dessous d'un anévrysme. Ici c'est tout l'inverse.

Nous pouvons appuyer sur d'autres raisons l'opinion qu'il existe une paralysie vasculaire dans le membre supérieur droit : les vaisseaux ne réagissent plus aux influences qui en produisent ordinairement le resserrement réflexe. Mais, pour bien établir ce point, nous devons entrer dans quelques détails et rappeler des expériences sur la valeur desquelles les physiologistes ne sont point tombés d'accord.

Brown-Sequard et Tholozan, ayant constaté un abaissement de température dans une main quand ils soumettaient au refroidissement la main du côté opposé, avaient admis un resserrement réflexe des vaisseaux de la main dont la température s'abaissait à la suite de l'impression portée sur l'autre main. L'expérience de ces auteurs n'a pas été reproduite avec le même succès par tous les physiologistes ; aussi a-t-on pu mettre en

doute, avec la réalité du phénomène, la réalité du mécanisme invoqué par Brown-Sequard et Tholozan. Mais il y a, dans le procédé employé pour démontrer le resserrement vasculaire, une cause d'erreur importante. On cherche une variation de température, c'est-à-dire un résultat du resserrement vasculaire au lieu d'étudier directement ce resserrement lui-même. Le phénomène du resserrement réflexe peut exister, et ne pas se traduire par un abaissement de température appréciable au thermomètre. Celui-ci exige, en effet, un temps notable pour se mettre en équilibre avec la température du tissu, et, si la modification circulatoire est peu accusée et passagère, elle doit forcément échapper à ce mode d'exploration. Il fallait donc chercher à saisir la modification circulatoire elle-même, abstraction faite des variations de température, en étudiant les changements de calibre des vaisseaux par les changements du volume

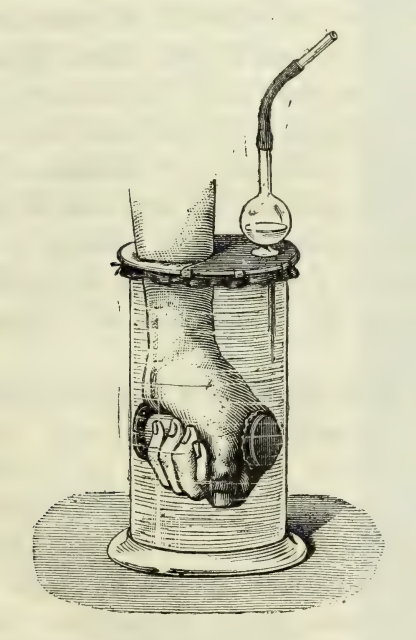


Fig. 8. — Appareil à déplacement pour l'étude des changements du volume de la main.

de la main. En plongeant la main dans un appareil à dêplacement semblable à celui qui a été déjà figuré dans ce journal (mars 1876), et que nous rappelons ici (fig. 8), on voit s'élever le

niveau du liquide dans l'ampoule qui surmonte l'appareil, quand les vaisseaux de la main se dilatent ; ce niveau s'abaisse au contraire quand les vaisseaux se resserrent et que le volume de la main diminue. Mais comme les vaisseaux de la main sont soumis à des alternatives de dilatation et de resserrement rhythmées avec les battements du cœur, on conçoit que les tracés obtenus en transmettant à un appareil enregistreur les changements du niveau de l'eau dans l'ampoule, présenteront deux ordres d'indication : les changements de volume *périodiques*, c'est-à-dire les pulsations totalisées de la main, et les changements de volume *accidentels* résultant d'une plus ou moins grande perméabilité des vaisseaux, suivant leur degré de dilatation ou de resserrement. On pourra par conséquent savoir si les vaisseaux se dilatent, en constatant que la ligne d'ensemble des pulsations totalisées des vaisseaux de la main s'élève graduellement ; au contraire, le resserrement vasculaire s'accusera par l'abaissement de cette même ligne d'ensemble. C'est à l'aide de ce moyen d'étude que nous avons repris l'expérience de Brown-Séquard : l'exploration directe des changements de calibre des vaisseaux a été substituée à l'examen des changements de température. On verra dans la figure ci-jointe (fig. 9) les effets vasculaires croisés produits par l'application passagère du froid de F en F' sur le dos de la main droite, pendant qu'on explore les changements de volume de la main gauche.

En répétant sur la malade du Dr Panas l'expérience que nous avions faite sur nous-même, nous n'avons obtenu aucune modification du calibre des vaisseaux de la main opposée à la main refroidie ; nous avons même poussé le refroidissement de la main gauche beaucoup plus loin que dans l'expérience dont la fig. 9 indique le résultat. Au lieu du simple contact d'un corps froid, nous avons plongé pendant plus d'une minute la main de la malade dans un vase plein d'eau très-froide. L'absence de resserrement vasculaire réflexe nous semble constituer une preuve évidente en faveur de la paralysie des nerfs vaso-moteurs du membre supérieur droit.

Nous avons répété sur cette malade une expérience complémentaire de la première, et qui est la suivante : quand on frotte rapidement l'extrémité d'un corps à pointe mousse sur le dos de la main, on voit se produire sur le trajet de l'instrument une ligne blanche qui résulte, selon toute probabilité, du resserrement des vaisseaux cutanés ; ce resserrement, qui est passager et fait place ensuite à la dilatation, implique l'intervention des appareils nerveux situés dans l'épaisseur des parois vasculaires : c'est là un exemple d'acte réflexe périphérique, tout local. Il est possible que ce phénomène se produise encore chez un sujet dont les troncs nerveux vasculaires sont paralysés, et son apparition dans les conditions indiquées ne modifie en rien ce que nous avons dit de la paralysie des nerfs vaso-moteurs qui émanent des ganglions cervical inférieur et premier thoracique.

Fig. 9. — Resserrement vasculaire réflexe de la main gauche à la suite de l'application (FF') du froid sur le dos de la main droite.

Cette paralysie étant déduite des troubles observés soit dans la température de la main droite, soit dans l'innervation vasculaire réflexe du membre supérieur droit, par quel mécanisme peut-elle intervenir pour supprimer, chez les malades atteints d'anévrysme brachio-céphalique, l'affaiblissement du pouls radial droit, et pour substituer à cet affaiblissement une amplitude exagérée

Sans entrer à ce sujet dans de nombreux détails, nous nous contenterons de dire que, les vaisseaux de l'extrémité droite étant passivement dilatés, si on applique sur l'un d'eux le ressort du sphygmographe, on aura, à égale in-

tensité de pression artérielle, un effet mécanique beaucoup plus considérable que si le vaisseau avait un calibre normal. M. Marey a insisté sur cette condition d'amplitude plus grande du pouls sur des artères plus larges, et a montré que c'est à l'exagération de ces effets mécaniques qu'est due l'impulsion énergique observée à la surface des tumeurs anévrysmales.

Il nous suffit d'avoir indiqué la raison de l'intensité plus grande du pouls radial droit chez nos deux malades : nous ne pousserons pas plus loin l'analyse des phénomènes présentés par les tracés de ces pulsations, n'ayant eu d'autre but que d'interpréter le fait anomal de l'augmentation d'amplitude du pouls au-dessous d'un anévrysme.

Quant au pouls du côté gauche, sa faible amplitude est-elle réelle ou résulte-t-elle simplement de la comparaison que nous en faisons avec le pouls radial droit? Il nous semble évident que le pouls radial gauche est réellement diminué, et si nous devions proposer une interprétation de cette diminution d'amplitude, nous admettrions volontiers que le membre supérieur gauche reçoit en réalité moins de sang que le membre supérieur droit. La dilatation anévrysmale du tronc brachio-céphalique offre, en effet, au sang lancé par le ventricule gauche, un réservoir d'un accès facile et d'une grande capacité, de telle sorte que la carotide et la sous-clavière gauches reçoivent des ondées sanguines inférieures en volume aux ondées normales ; le pouls des artères du membre supérieur gauche serait donc affaibli pour cette raison.

Mais revenons aux conséquences pratiques de l'anomalie symptomatique observée du côté droit. Que l'on accepte ou non l'interprétation que nous avons cherché à justifier, l'exagération du pouls radial droit dans deux cas d'anévrysme du tronc brachio-céphalique n'en reste pas moins acquise. Dès lors nous sommes forcés de reconnaître que l'un des signes les plus certains de l'anévrysme brachio-céphalique, la diminution du pouls à droite, peut faire défaut. Au point de vue du diagnostic différentiel, avec certains anévrysmes de l'aorte, ce fait a une grande importance, et il y a lieu d'y insister. On sait que, dans

les cas douteux, on incline à admettre l'anévrysme de l'aorte de préférence à l'anévrysme brachio-céphalique, en raison de l'amplitude plus grande du pouls à droite qu'à gauche, ce phénomène se montrant assez souvent dans les anévrysmes de l'aorte, et étant considéré comme étranger aux anévrysmes brachio-céphaliques. Or, si nous montrons que, dans ce dernier cas, l'amplitude exagérée du pouls radial droit peut exister, il en résulte qu'il devient difficile d'accorder la valeur d'un signe différentiel de premier ordre à un phénomène susceptible de se rencontrer dans les deux lésions qu'il s'agit de distinguer.

Mais il est un autre signe de l'anévrysme brachio-céphalique, qui est directement lié à la présence d'une dilatation à parois élastiques sur le trajet des artères du membre supérieur, et que l'intervention de conditions étrangères à l'anévrysme ne peut faire varier qne dans d'étroites limites, sans jamais le supprimer. C'est le retard exagéré du pouls radial droit sur le début de la systole cardiaque et sur le début de l'expansion de la tumeur. Ce signe constant doit donc se substituer, au point de vue de la valeur diagnostique, au signe variable, la diminution de l'amplitude du pouls radial droit.

Nous allons l'étudier à son tour, en insistant sur ses conditions de production, et en montrant son existence chez les deux malades dont nous avons parlé.

§ 2. — **Retard exagéré du pouls radial droit, considéré comme signe de premier ordre, dans le cas d'anévrysme du tronc brachio-céphalique.**

Avant d'aborder l'examen théorique des conditions qui président au retard du pouls et à ses variations dans le cas qui nous occupe, nous indiquerons les résultats fournis par sa recherche sur nos deux malades.

A. *Mode d'exploration.* Pour déterminer le retard du pouls d'une artère sur le début de la systole cardiaque, il faut obtenir l'inscription des deux mouvements dont on veut étudier le rapport dans le temps. L'exploration des battements du cœur s'opère avec l'appareil désigné par M. Marey sous le nom

d'explorateur à tambour (1), et qui consiste en une capsule métallique fermée par une membrane de caoutchouc, et communiquant par un tube latéral avec l'appareil enregistreur. La membrane de l'explorateur est légèrement repoussée par un ressort boudin soudé au fond de la capsule métallique, et porte à sa surface un bouton de bois qu'on applique dans l'espace intercostal où bat la pointe du cœur, au niveau même de cette pointe. Dès le début de la systole ventriculaire, le bouton de l'explorateur est repoussé par le ventricule, qui se durcit et devient globuleux; le levier inscripteur se soulève aussitôt, et l'origine de la courbe ascendante qui est ainsi tracée correspond au moment où a commencé la systole ventriculaire. Mais ce moment n'est pas encore celui de la pénétration du sang dans l'aorte. Pour passer de la cavité ventriculaire dans la cavité aortique, il faut que le sang ait acquis, du fait de la contraction ventriculaire, une pression suffisante pour soulever les sigmoïdes de l'aorte, et surmonter la pression qui maintient ces valvules abaissées. Or l'instant précis de cette pénétration du sang dans l'aorte doit nécessairement varier suivant les valeurs variables de la pression du sang dans les artères ; elle est plus tardive si la pression est élevée, et plus prompte à s'opérer si la pression est faible. Il en résulte que, pour déterminer avec rigueur le retard absolu du pouls, il faudrait connaître le moment exact du soulèvement des valvules sigmoïdes de l'aorte. Mais cette mesure rigoureuse importe peu dans les conditions actuelles. Ce que nous devons chercher à déterminer, c'est la différence entre les deux retards du pouls radial à droite et à gauche par rapport à un signal facile à obtenir, celui du début de la systole cardiaque, quel que soit du reste le moment exact de la pénétration du sang dans l'aorte par rapport à ce début.

Ce signal, nous l'obtenons avec l'explorateur des pulsations du cœur, du moins dans la plupart des cas.

Au dessous du tracé des battements du cœur, nous recueillons celui des pulsations de l'artère radiale; le sphygmo-

(1) Voyez, pour la description et la figure de l'appareil, les Comptes rendus des travaux du laboratoire de M. Marey. G. Masson, 1875, p. 32.

graphe à transmission (1) permet d'obtenir cette seconde indication, si le pouls artériel a une amplitude suffisante pour actionner la membrane de l'appareil, ce qui est le cas le plus ordinaire.

Grâce à la superposition des courbes, il est facile de comparer le retard de chacun des deux pouls sur le début de la systole cardiaque et de mesurer ce retard. C'est ce qui a été fait sur le malade du Dr Bucquoy, dans une série d'explorations que nous avons pratiquées sur lui après la sortie de l'hôpital. Voici deux spécimens des résultats obtenus dans deux expériences successives (20 mai 1875).

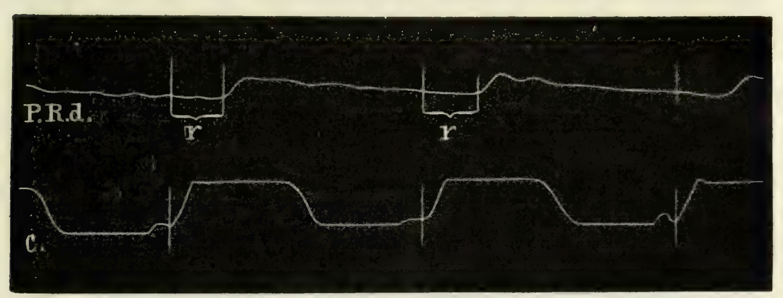


Fig. 10. — Retard du pouls radial droit (r, ligne P. R. d.) sur le début de la systole ventriculaire (ligne C). Le retard est de $\frac{16}{10}$ de seconde (vitesse de rotation du cylindre, 42 cent. en 10 secondes).

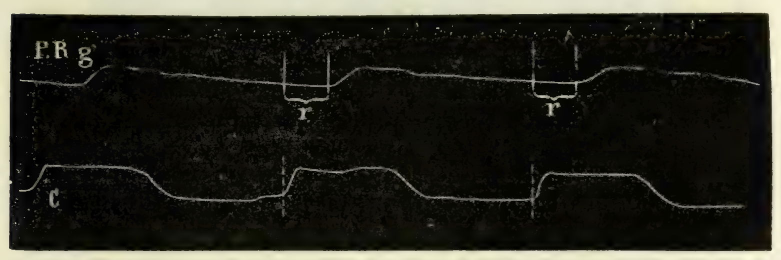


Fig. 11. — Retard du pouls radial gauche, (r, ligne P. R. g.) sur le début de la systole ventriculaire (ligne C). Le retard est de $\frac{11}{100}$ de seconde (vitesse de rotation du cylindre, 42 centimètres en 10 secondes).

Cette méthode d'exploration, l'inscription simultanée des pulsations du cœur et des pulsations de la radiale droite d'une part (fig. 10), de la radiale gauche d'autre part (fig. 11), per-

(1) Voyez, pour la description et le dessin du sphygmographe à transmission, les Comptes rendus du laboratoire. 1875, p. 343.

met donc de comparer le retard du pouls de chaque côté, et fournit immédiatement la notion importante que nous devions établir : *dans l'anévrysme du tronc brachio-céphalique, le retard du pouls radial est plus grand à droite qu'à gauche.*

Mais il n'est pas toujours possible d'obtenir des indications graphiques aussi nettes que les précédentes avec l'explorateur des battements du cœur et avec le sphygmographe à transmission. L'impulsion cardiaque est quelquefois dissimulée par la position de la pointe du cœur en arrière d'une côte, par l'interposition d'une lame de poumon ou par la trop grande épaisseur de parties molles au niveau de la région précordiale. Ces trois conditions défavorables se sont présentées chez la malade du Dr Panas. Nous avons dû avoir recours aux battements de la tumeur elle-même et nous servir des débuts de ces battements, au lieu des débuts des pulsations cardiaques, pour comparer le retard du pouls radial à droite et à gauche.

Une autre difficulté s'est présentée chez la même malade : il a été impossible de recueillir le pouls radial gauche avec le sphygmographe à transmission. La petitesse du pouls et la lenteur avec laquelle se produisait la pulsation avaient déjà rendu difficile l'application du sphygmographe direct ; nous ne pouvions donc attendre aucune indication du sphygmographe à transmission. C'est dans des cas analogues que l'exploration des pulsations totalisées de la main avec un appareil à déplacement peut rendre de grands services, l'exploration des changements de pression faite sur une artère isolée ne fournissant aucune indication graphique. Si on totalise dans un appareil à changements de volume, comme celui qui est représenté dans la figure 7, les expansions des vaisseaux d'une extrémité tout entière, on est absolument certain d'obtenir des courbes de pulsations. Les mains de la malade ont donc été introduites successivement dans l'appareil à changements de volume rempli d'eau tiède, et toutes les variations du niveau de l'eau dans l'ampoule qui surmonte l'appareil ont été transmises à un tambour à levier enregistreur. Nous avons ainsi pu recueillir, au lieu du pouls radial, *le pouls de la main* tout entière, ce qui revient au même, comme nous

l'avons établi dans un travail spécial sur l'étude des changements du volume de la main (1).

Il a été dit plus haut que, ne pouvant inscrire les pulsations du cœur, nous avions utilisé, comme terme de comparaison, pour le retard du pouls à droite et à gauche, les expansions de la tumeur. Cette exploration a été faite avec le même appareil qui sert à l'exploration des battements du cœur.

On va donc trouver, dans chacun des deux tracés suivants (fig. 12 et 13), l'inscription simultanée des expansions de l'anévrysme (ligne A) et des expansions des vaisseaux de la main (lignes V. *d.* et V. *g.*). Il nous sera dès lors tout aussi facile que dans le cas du malade de Cochin de comparer le retard du pouls à droite et à gauche; la seule différence réelle consiste en ce que, chez la malade de Lariboisière, nous prenons comme terme de comparaison le début des pulsations de la tumeur.

Voici les deux indications graphiques, que nous rapprochons l'une de l'autre, pour en rendre la comparaison plus facile.

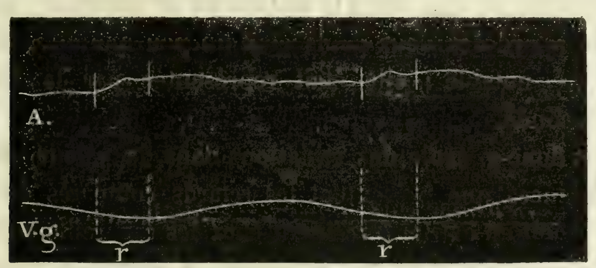


Fig. 12. — Retard (r) du début de l'expansion vasculaire de la main gauche (V. g.) sur le début de l'expansion de l'anévrysme (A). — Retard total, $\frac{14}{100}$ de seconde (vitesse de rotation du cylindre, 42 centimètres en 10 secondes).

Le simple examen des deux graphiques précédents suffit à montrer que le retard du pouls de la main droite est beaucoup plus grand que celui de la main gauche. En prolongeant les repères (*traits verticaux*) correspondant au début de l'un des deux phénomènes qu'il s'agit de comparer, on intercepte un

(1) François-Franck. *Mémoire sur les changements de volume des organes dans leurs rapports avec la circulation*, etc. (Travaux du laboratoire du professeur Marey. Paris, G. Masson, 1876.)

intervalle dont la longueur correspond à une durée plus grande dans un cas que dans l'autre. Cette durée représente le retard

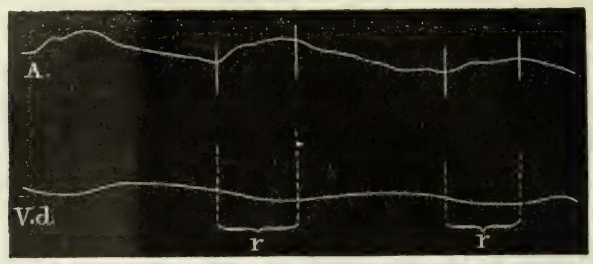


Fig. 13. — Retard (r) du début de l'expansion vasculaire de la main droite (V. d.) sur le début de l'expansion de l'anévrysme (A). — Retard total, $\frac{21}{100}$ de seconde (même vitesse de rotation que dans la fig. 12).

comparé des deux pouls : il est de $\frac{14}{100}$ de seconde pour le pouls radial droit, de $\frac{21}{100}$ de seconde pour le pouls radial gauche. C'est donc par la fraction $\frac{7}{100}$ de seconde que s'exprime ici la différence.

Nous avons vu que, chez le malade du Dr Bucquoy, la différence du retard des deux pouls était un peu moindre, tout en restant très-notable : elle était représentée par la fraction $\frac{8}{100}$ de seconde.

Il peut donc y avoir des variations dans la valeur absolue des différences que présentent les retards comparés des deux pouls ; il doit en exister forcément chez les différents sujets, et sur le même sujet dans des conditions d'impulsion cardiaque et de résistances périphériques différentes.

Mais, quelles que soient les influences circulatoires centrales ou périphériques qui puissent entrer en jeu, l'exagération du retard à droite se maintiendra dans le cas d'anévrysme brachio-céphalique. Ce signe, qui n'est pas susceptible de disparaître, doit donc être considéré comme un signe de premier ordre ; son importance diagnostique est tout autre en effet que celle de l'affaiblissement du pouls à droite, puisque nous savons :

1° Que cet affaiblissement peut manquer et être remplacé par une amplitude exagérée ; 2° que l'anévrysme de l'aorte, qui présente des signes locaux très-voisins de ceux de l'anévrysme

brachio-céphalique, peut s'accompagner d'inégalité des deux pouls radiaux.

Le retard exagéré du pouls radial droit constitue au contraire un signe propre à l'anévrysme situé sur le tronc brachio-céphalique, et permettra, dans les cas douteux, de distinguer celui-ci d'un anévrysme de l'aorte. Ce dernier, en effet, ne peut s'accompagner que d'une exagération *bilatérale* du retard du pouls.

b. Examinons maintenant les conditions de production du retard du pouls artériel au-dessous d'un anévrysme, en nous reportant à la cause du retard dans les cas physiologiques.

Les travaux de M. Marey ont fourni sur ce point les plus intéressants détails. Ses dernières recherches, exécutées l'année dernière et publiées dans le compte rendu des travaux de son laboratoire, nous paraissent avoir définitivement fixé la science sur les principaux points relatifs à la progression et à la réflexion des ondes liquides dans les conditions physiologiques. Nous allons donc utiliser ces données pour interpréter le retard normal du pouls; nous serons ensuite en mesure d'exposer les résultats de nos propres expériences sur les troubles apportés à la progression de l'onde sanguine par la présence d'un anévrysme sur le trajet d'un vaisseau.

L'onde sanguine, en progressant de l'aorte vers l'extrémité des vaisseaux artériels, détermine dans des points successivement plus éloignés du centre des dilatations successives des artères : ce sont ces dilatations, produites par le passage de l'onde, que nous saisissons par l'exploration sphygmographique.

Le temps qui s'écoule entre le début de la pénétration du sang dans l'aorte et le moment d'apparition de l'onde sanguine dans un point situé à une distance quelconque du cœur, constitue le retard du pouls. On conçoit que ce retard, correspondant à la durée du transport de l'onde, doit varier suivant une série de conditions, au nombre desquelles il faut signaler, spécialement au point de vue qui nous occupe, le degré variable d'élasticité des parois artérielles.

Les variations de l'élasticité des artères, dans les cas normaux, sont elles-mêmes subordonnées aux variations de la pression

sanguine. Il est évident que, si la pression du sang s'élève dans les vaisseaux sous une influence quelconque, leurs parois auront une force de retrait élastique d'autant plus grande qu'elles seront distendues davantage. Si toutes les autres conditions restent égales, l'onde sanguine cheminera plus vite du centre à la périphérie, et le retard du pouls sera moins grand. Au contraire, les vaisseaux s'affaissant, n'étant plus tendus par une pression sanguine suffisante, l'onde trouvera facilement à se loger dès son entrée dans le système artériel, et elle y cheminera plus lentement : le retard du pouls sera plus considérable avec une pression artérielle faible, à moins qu'il ne se produise, en raison même de cette diminution de la pression, une pénétration plus rapide du liquide sanguin, ce qui existe en effet, l'évacuation du cœur étant facilitée par l'abaissement de la pression. De telle sorte qu'en définitive, dans les conditions normales, il s'établit un équilibre entre la vitesse de pénétration du sang et le degré de résistance élastique des parois artérielles, et le retard du pouls ne peut varier que dans d'étroites limites.

Mais, quelles que soient du reste ces variations physiologiques, elles sont nécessairement semblables dans des points également distants du cœur et explorés sur des artères symétriques. C'est le cas pour les deux pouls radiaux, que nous avons spécialement en vue.

Supposons que, sur le trajet de l'artère de l'un des membres supérieurs, une dilatation formée par une poche extensible se produise; que doit-il advenir des ondes sanguines traversant cette poche? Elles s'y éteindront plus ou moins, suivant la capacité et l'extensibilité de la tumeur ; de plus, elles *s'y attarderont*. Aussi, quand on comparera l'amplitude et le retard de ces ondes au delà du réservoir extensible qui constitue l'anévrysme à l'amplitude et au retard des ondes du côté opposé qui auront suivi, pour arriver au point exploré, des vaisseaux normalement calibrés et élastiques, on trouvera les dernières volumineuses et les premières à peine sensibles ; celles-ci retarderont peu sur l'instant de la pénétration du sang dans l'aorte, celles-là, au contraire, présenteront un retard considérable.

C'est ce qui s'observe quand on explore à ce double point de vue la pulsation des deux radiales dans le cas d'anévrysme du tronc brachio-céphalique : l'onde est affaiblie et en retard du côté de l'anévrysme. Mais nous savons que l'affaiblissement du pouls peut manquer à cause de la pénétration plus facile du sang dans les vaisseaux dilatés du membre supérieur droit. Au contraire, le retard exagéré du pouls de ce côté ne peut pas faire défaut ; car, quelles que soient les influences étrangères qui interviennent à la périphérie, l'extensibilité de la poche anévrysmale ne sera pas modifiée au point de supprimer cette augmentation du retard.

Pour démontrer l'influenee de l'anévrysme sur le retard du pouls artériel exploré au-dessous, nous avons emprunté à M. Marey un dispositif qu'il avait employé autrefois dans ses recherches sur l'extinction du pouls artériel par les tumeurs anévrysmales. Sur le trajet d'un tube élastique représentant une artère, on dispose un tube en Y dont une branche porte une ampoule élastique, et dont l'autre se continue avec un tube de caoutchouc également calibré dans tous ses points. L'ampoule représente une artère anévrysmatique, et le tube cylindrique, une artère normale.

On réunit ces deux vaisseaux en un seul par un second tube en Y, et on obtient ainsi une artère sur laquelle on peut faire l'exploration du pouls, et étudier les caractères différents que présente l'onde liquide, suivant qu'elle arrive à l'explorateur après avoir passé par le tube cylindrique ou par le tube anévrysmal. On dirige le courant liquide à travers l'anévrysme ou à travers le tube également calibré, en ouvrant ou en fermant les robinets placés sur le trajet de chacun d'eux. Voici le schema de l'appareil.

Dans la figure 14, on voit un manomètre inscripteur (1), qui servira à signaler l'instant de la pénétration du liquide, soit dans l'anévrysme A*n*, soit dans l'artère A*r*. Plus loin, en E, on a placé l'un des explorateurs du passage de l'onde, dont M. Marey s'est servi dans ses recherches sur les ondes liqui-

(1) Ce manomètre inscripteur à cadran a été décrit et figuré dans les comptes rendus des travaux du laboratoire du professeur Marey, t. III. Paris, G. Masson, 1877.

des (2). Cet explorateur peut renseigner à la fois sur la forme de l'onde et sur son retard par rapport à l'instant de la pénétration indiquée par le manomètre M, et cela dans les deux cas

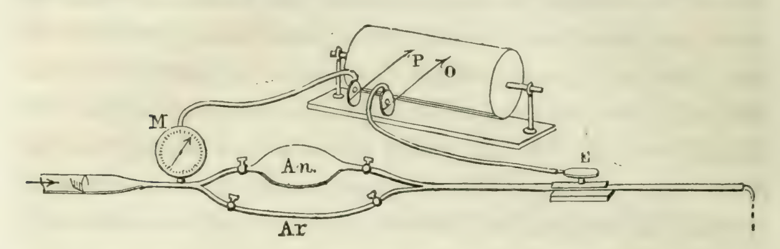


Fig. 14. — Appareil schématique pour l'étude du pouls artériel au-dessous d'un anévrysme (An); M, manomètre inscripteur placé en amont de l'anévrysme; E, appareil explorateur de l'onde liquide placé au-dessous de l'anévrysme.

que nous devons comparer, avec ou sans anévrysme sur le trajet de l'artère.

a. Forme de l'onde. — Si nous envoyons dans l'appareil des afflux de liquide égaux et équidistants, en recueillant à la fois les signaux des impulsions (M) et les tracés du pouls (O) transmis par l'appareil E, nous obtenons les courbes de la figure 15 quand l'anévrysme n'est pas traversé, et les courbes de la figure 16 quand on fait passer le liquide dans la poche anévrysmale.

Il suffit de comparer le pouls obtenu dans ces deux cas pour bien juger de l'influence exercée par l'anévrysme.

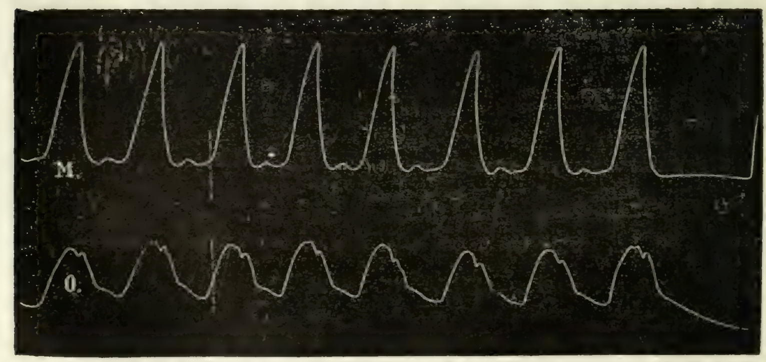


Fig. 15. — O. Onde liquide (pouls) sans anévrysme ; M, signaux de la pénétration du liquide indiquée par le manomètre.

L'extinction du pouls par l'anévrysme est évidente (fig. 16).

(2) Travaux du Laboratoire. 1875, fig. 58.

Nous avons insisté, dans le paragraphe 1, sur l'origine de ce phénomène, et l'étude en a été complétement faite par

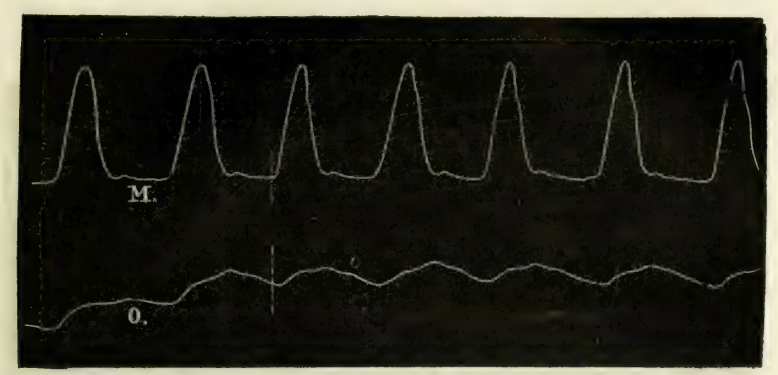


FIG. 16. — O. Onde liquide (pouls) éteinte par l'interposition de l'anévrysme; M, signaux du manomètre.

M. Marey; il n'y a pas lieu d'y revenir : nous avons voulu montrer simplement un type très-accusé obtenu avec un appareil schématique.

b. Retard de l'onde. — Ce qui nous importe surtout, c'est de bien établir l'influence de l'anévrysme sur le retard du pouls par rapport à l'instant de l'impulsion. Pour faire cette détermination avec rigueur, il faut recueillir simultanément, sur un cylindre à rotation rapide, les signaux de la pénétration du liquide dans l'appareil et ceux du passage de l'onde à une distance déterminée de l'origine du tube. Les deux leviers inscripteurs étant exactement superposés, on recueille la courbe des deux phénomènes quand le cylindre a acquis toute sa vitesse, qui est contrôlée par le tracé d'un diapason de 250 vibrations doubles par seconde. On fait ainsi une série d'expériences successives, les unes en fermant le passage du liquide par l'anévrysme, les autres en faisant passer le liquide par l'ampoule élastique, le tube cylindrique étant fermé. Le retard du début de l'onde liquide est soigneusement mesuré dans l'un et l'autre cas, en prenant pour origine des courbes le sommet aigu de l'angle formé avec elles par l'abscisse prolongée.

La figure 17 montre le retard de l'onde sans anévrysme sur le trajet du liquide. Ce retard correspond à $\frac{11}{250}$ de seconde

dans toutes les expériences faites avec l'appareil que nous avons employé : il est déterminé, comme on voit, en comptant le nombre des vibrations interceptées entre les deux repères parallèles prolongés sur le tracé du diapason.

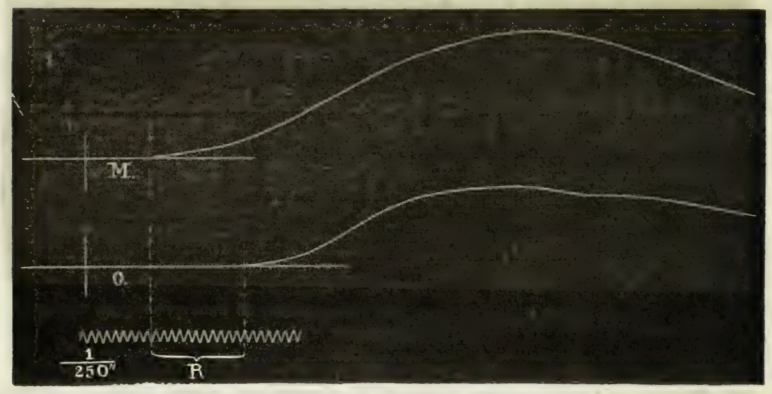


Fig. 17. — Retard de l'onde (ligne O) sur l'instant de la pénétration du liquide (ligne M), sans anévrysme sur le trajet de l'artère. — Les repères prolongés interceptent entre eux un intervalle (R) qui correspond à 12 vibrations du diapason de 250 vibrations doubles par seconde (vitesse de rotation du cylindre, 42 centimètres en une seconde et demie).

Quand on interpose l'anévrysme entre l'origine de l'appareil et le même point du tube sur lequel on explore le passage de l'onde, on voit que le retard augmente d'une façon très-notable; la figure 18, obtenue, dans ces conditions, montre le retard augmenté de 1/3.

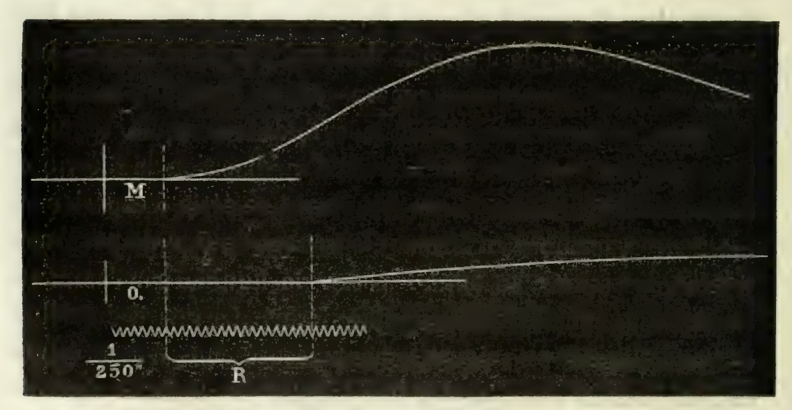


Fig. 18. — Retard de l'onde (ligne O) sur l'instant de la pénétration du liquide (ligne M), l'anévrysme étant placé sur le trajet du courant du liquide. Le retard (R) correspond à 18 vibrations du diapason de 250.

On retrouve dans ces expériences faites avec un appareil sché-

matique, le même phénomène de l'exagération du retard du pouls qui existe chez les malades dont on explore le pouls au-dessous d'un anévrysme. Mais, comme l'avait admis M. Marey, ce n'est pas à l'existence de l'anévrysme comme simple *dilatation* de l'artère, mais à l'*extensibilité* de la poche, qu'est dû le retard exagéré du pouls. Si en effet nous substituons à l'ampoule élastique de notre appareil une ampoule de verre inextensible, nous faisons disparaître le phénomène, et nous diminuons le retard au lieu de l'augmenter. Le liquide est poussé tout d'une pièce à travers l'ampoule de verre, au lieu de trouver à s'y loger comme dans l'ampoule extensible. C'est donc à cette condition de dilatabilité de la poche qu'est due l'exagération du retard du pouls. Nous avons constaté, du reste, qu'en se servant d'ampoules élastiques de moins en moins résistantes, le retard augmente de plus en plus, en même temps que l'extinction du pouls est de plus en plus accusée. Ces deux phénomènes, qui relèvent de la même cause, l'augmentation du retard et l'affaissement du pouls, s'exagèrent ou s'atténuent parallèlement suivant que la dilatabilité de la poche est augmentée ou diminuée.

Mais l'affaiblissement du pouls peut manquer, comme nous l'avons montré dans le premier paragraphe de ce travail. Sous l'influence des troubles de l'innervation vasculaire que nous avons signalée, ce signe de l'anévrysme peut être supprimé et remplacé par un phénomène inverse.

Le retard exagéré du pouls reste donc le signe positif de l'anévrysme du tronc brachio-céphalique.

Non-seulement cette notion peut être utilisée pour le diagnostic différentiel des anévrysmes brachio-céphaliques et des tumeurs occupant la même région, mais il doit passer en première ligne dans le diagnostic différentiel des anévrysmes de l'aorte et des anévrysmes du tronc brachio-céphalique. L'anévrysme de l'aorte s'accompagne en effet fréquemment d'inégalité d'amplitude des deux pouls radieux ; nous avons rappelé plus haut que l'amplitude exagérée du pouls radial droit pouvait même déterminer le diagnostic en faveur de l'anévrysme de

l'aorte, dans les cas assez nombreux où l'hésitation est possible entre cet anévrysme et celui du tronc brachio-céphalique. Mais il est évident que l'inégalité des deux pouls radiaux avec prédominance de l'amplitude du pouls radial droit n'a plus la même valeur au point de vue du diagnostic. Si l'anévrysme du tronc brachio-céphalique est accompagné de l'affaiblissement du pouls radial droit dans certains cas, d'augmentation d'amplitude dans certains autres, c'est encore à l'étude du retard comparé des deux pouls que nous sommes ramenés pour établir le diagnostic différentiel de ces deux variétés d'anévrysmes. Nous savons, d'après ce qui précède, que dans l'anévrysme brachio-céphalique, quelles que soient les irrégularités des autres signes, le retard exagéré du pouls radial droit doit fixer le diagnostic. Dans l'anévrysme de l'aorte, au contraire, le retard exagéré ne peut pas être *unilatéral*, l'aorte représentant un tronc commun pour les artères des deux membres supérieurs comme pour toutes les autres artères. Cette augmentation du retard normal du pouls artériel sur le début de la systole cardiaque doit être général. Mais le phénomène peut passer inaperçu, puisqu'il est commun à toutes les artères, et qu'on n'a plus, comme dans le cas d'anévrysme du tronc brachio-céphalique, de terme de comparaison. Bref, il faut chercher l'exagération du retard général du pouls dans l'anévrysme de l'aorte; dans l'anévrysme du tronc brachio-céphalique, au contraire, ce retard, étant augmenté d'un côté seulement, frappe de lui-même l'observateur. Nous dirons à ce sujet que ce fait du retard du pouls dans les anévrysmes de la portion ascendante de la crosse se retrouve dans les simples dilatations, ce qui pourrait expliquer d'une façon satisfaisante le retard exagéré du pouls carotidien dans certains cas d'insuffisance aortique. De telle sorte qu'il y aurait lieu de chercher si les sujets atteints d'insuffisance aortique, et chez lesquels on a constaté le retard du pouls carotidien étudié par M. R. Tripier (1), n'avaient pas en même temps une dilatation de la partie initiale de l'aorte.

(1) *Revue mensuelle de méd. et de chirurg.*, N° 1, 1877.

Nous ne pouvons comprendre facilement la raison du retard exagéré du pouls carotidien avec l'insuffisance pure, tandis que son interprétation devient aisée dans les cas où il y a dilatation de l'aorte avec ou sans insuffisance aortique. Nous avons recueilli sur ce point quelques indications qui seront utilisées plus tard, et il n'en est ici question qu'incidemment; mais ce qui nous fait émettre quelques doutes sur le rapport direct qui existerait entre l'insuffisance aortique et le retard plus grand du pouls de la carotide, c'est que, chez plusieurs vieillards atteints de dilatation de la crosse sans insuffisance, nous avons constaté le même phénomène. Dans tous les cas, et pour en revenir à la valeur de ce signe différentiel de l'anévrysme aortique et de l'anévryme brachio-céphalique, nous pouvons considérer comme établi que le retard exagéré du pouls radial droit doit exclure l'idée d'un anévrysme de l'aorte, localisé à cette artère et n'atteignant pas le tronc brachio-céphalique.

Il y aurait lieu d'examiner maintenant la valeur du retard du pouls radial droit au point de vue du diagnostic différentiel de l'anévrysme du tronc brachio-céphalique et de l'anévrysme de la portion thoracique de la sous-clavière droite. Il est évident que le retard exagéré du pouls radial droit est un phénomène commun à ces deux anévrysmes. L'expérience le démontre, et le raisonnement suffisait déjà pour le faire admettre. Par conséquent, il faut chercher ailleurs un signe différentiel tiré de l'examen du pouls artériel ; nous pensons que ce signe sera fourni par la comparaison du retard du pouls carotidien et du retard du pouls radial à droite. C'est ce que nous montre l'expérience avec notre appareil schématique : *dans l'anévrysme brachio-céphalique, le retard du transport de l'onde est exagéré à la fois dans la carotide et dans l'humérale ; dans l'anévrysme situé à l'origine de l'artère sous-clavière, le retard exagéré ne s'observe que sur l'humérale ; la carotide ne présente que le retard normal.* Cette différence résulte de l'existence de l'anévrysme sur le tronc commun aux deux artères dans un cas, sur le trajet de l'une d'elles seulement dans l'autre cas. Nous n'avons pas eu l'occasion, depuis que cette question nous occupe, de constater

la différence du retard de la carotide et du retard de l'humérale chez l'homme, n'ayant point rencontré d'anévrysme de la partie profonde de la sous-clavière.

Nous pouvons maintenant résumer en quelques propositions les faits qui ressortent de cette étude sur la valeur comparée des signes tirés de l'examen du pouls artériel dans les cas d'anévrysme du tronc brachio-céphalique, de l'aorte et de la sous-clavière.

1° La diminution d'amplitude du pouls radial droit, constitue le plus souvent un bon signe de l'anévrysme du tronc brachio-céphalique. Mais ce signe peut manquer et être remplacé par une amplitude exagérée du pouls. Il n'a pas, par conséquent, la valeur qui lui est ordinairement attribuée.

2° Le retard exagéré du pouls radial droit, au contraire, est un phénomène constant qui n'est point, comme le précédent, susceptible d'être notablement modifié par des influences étrangères à l'anévrysme.

3° L'inégalité d'amplitude des deux pouls radiaux, se rencontre dans l'anévrysme de l'aorte. L'amplitude est exagérée, tantôt à droite, tantôt à gauche, ce qui paraît dépendre surtout de la position de l'anévrysme par rapport aux artères brachio-céphalique et sous-clavière gauche.

Il en résulte que, dans l'anévrysme du tronc brachio-céphalique, comme dans l'anévrysme de la crosse de l'aorte, l'examen du pouls radial, fait seulement au point de vue de l'amplitude, ne peut fournir des signes diagnostiques assez précis : au contraire, en tenant compte du retard du pouls, on trouve ce retard exagéré *des deux côtés* dans l'anévrysme de l'aorte, *du côté droit seulement* dans l'anévrysme du tronc brachio-céphalique.

4° L'existence d'un retard exagéré du pouls radial droit permet d'éliminer le diagnostic anévrysme de l'aorte ; mais il peut laisser subsister l'hésitation entre un anévrysme du tronc brachio-céphalique et un anévrysme de la portion thoracique de l'artère sous-clavière droite.

Pour établir ce diagnostic différentiel, si important au point de vue de l'intervention chirurgicale, on pourra tenir compte

des considérations suivantes : si l'anévrysme siége sur le tronc brachio-céphalique, tronc commun à la carotide et à la sous-clavière, le retard exagéré du pouls s'observera *sur chacune des deux artères* à égale distance du cœur. Si l'anévrysme occupe la partie profonde de la sous-clavière, le retard exagéré du pouls ne sera constaté que sur le trajet des artères du membre supérieur ; le pouls carotidien conservera son retard normal sur le début de la systole cardiaque.

Nous aborderons dans un autre travail la comparaison des sensations fournies par l'exploration des artères avec le doigt, et des phénomènes réels qui nous sont révélés par les appareils explorateurs : nous pourrons alors insister sur un point important que nous laissons ici complétement de côté : sur la différence qui doit être faite entre le *retard apparent* et le *retard réel* du pouls.

DU DÉVELOPPEMENT

DU

SQUELETTE DES POISSONS OSSEUX

Par G. POUCHET

(Suite).

(PLANCHE IV à XIII)

Ces rayons (1), tous égaux en diamètre à leur extrémité interne, font place entre eux, à mesure qu'ils s'atténuent, à des rayons plus fins et plus courts; de sorte que, sur le bord de la membrane, la finesse des rayons, même à cette époque, apparaît aussi grande que dans le lophioderme primitif.

Il naît donc incessamment de ces rayons qui apparaissent sans aucun élément anatomique antécédent. Il est seulement difficile de décider si les gros rayons secondaires sont de nouvelle formation, ou si ce sont des rayons primitifs qui se sont développés tandis que d'autre ont pris naissance à côté deux.

Ces rayons secondaires sont absolument homogènes. Leur substance est amorphe, hyaline, friable, cassante à la manière d'une fine arête, c'est-à-dire que les morceaux ne se séparent point. Elle est réfractaire à l'action de l'acide nitrique et même de la soude à 1 0/0 bouillants. A froid la soude la gonfle. Les rayons prennent alors un diamètre égal ou un peu supérieur à 2 μ. Ils deviennent en même temps flexibles. Ils se teignent en rose par le carmin et sont plus facilement isolables.

Quand les hypuraux apparaissent et que la queue du Gobius cesse d'être homocerque, les rayons secondaires persistent en dehors du voisinage des cartilages hypuraux; leur extrémité interne continue de dessiner le profil de la corde. Ils restent,

(1) Voy. ci-dessus, p. 34.

comme avant, à distance égale, et ne se groupent point en faisceaux distincts (1).

Un troisième ordre de rayons, que nous appelons *rayons définitifs*, se montre d'abord au niveau des cartilages hypuraux (fig. 24). Peu à peu ils s'allongent et se substituent de proche en proche aux rayons secondaires. Ces rayons sont formés de substance ostéoïde : celle-ci, dans les préparations traitées par la soude, est finement granuleuse, tandis que celle des rayons secondaires est hyaline. La soude semble d'ailleurs sans action sur elle et ne point la ramollir, ni la gonfler, comme la substance des rayons secondaires.

Les rayons définitifs sont disposés par paires de chaque côté du plan médian de la nageoire, et comme ils se confondent au moins vers leur extrémité avec le derme, on peut toujours enlever tous les rayons définitifs à la fois du même côté.

Ces rayons se substituent aux rayons secondaires comme principal organe de soutien de la nageoire. Cette substitution se fait du centre à la périphérie. En même temps qu'elle a lieu, on voit les rayons secondaires se grouper en faisceaux entre chaque paire de rayons définitifs. Ceux-ci, apparus par leur extrémité centrale, se développent en s'allongeant progressivement, tandis que les rayons secondaires sont reportés de plus en plus vers le bord libre de la nageoire. Les coupes montrent que ces derniers restent toujours indépendants au-dessous et à une certaine distance des rayons définitifs. Il n'est pas rare d'en trouver chez l'animal adulte, qui ont une position anormale, quelquefois oblique, dans l'espace séparant deux paires de rayons définitifs.

Souvent les deux paires de rayons définitifs, entre lesquelles se place l'artère qui sépare les deux cartilages hypuraux, sont plus larges que les autres, surtout à leur base, qui est aussi

(1) Jobert a montré que chez le Trigle, les rayons secondaires atteignent dans les rayons des nageoires séparés qui simulent des membres, un développement considérable. Sur les coupes pratiquées vers l'extrémité de ces appendices, on voit la coupe de ces rayons se détacher en cercles brillants. Ils forment une agglomération unique remplissant tout l'espace compris entre les deux lames répondant elles-mêmes à ce que nous appelons les rayons définitifs.

plus arrondie, tandis que les rayons définitifs avoisinants sont plus étroits et taillés en bec de flûte (fig. 24).

Les rayons définitifs ne reposent point directement sur le cartilage : ils s'appuient, dès le moment de leur apparition, sur une épaisse couche de tissu formé de fibrilles très-fines et qui se montre de bonne heure. Ceci se voit très-bien sur la coupe faite à travers les cartilages hypuraux du Syngnathe au premier âge.

Les rayons définitifs plongés pour la plus grande partie de leur étendue au-dessous du derme, se confondent cependant avec celui-ci vers leur extrémité, aussi bien dès leur apparition que plus tard. Les figures 72 et 73 montrent les rapports des rayons définitifs avec le derme chez l'animal adulte. Ils en sont séparés par une couche de tissu mou à travers lequel ils restent reliés à celui-là par deux lames perpendiculaires insérées sur les bords du rayon. — Ces lames sont formées de tissu fibrillaire. On ne les distingue qu'à partir du niveau où les rayons commencent à avoir un certain volume.

Les rayons définitifs se divisent de très-bonne heure en un grand nombre de segments. Baudelot, comparant le nombre de ces articles chez la Perche adulte et chez des individus plus jeunes, avait pu reconnaître qu'il se produisait avec l'âge une multiplication notable de ces pièces. Leur nombre était, dans le cas observé, comme 1 et 4 environ. « Le premier article, « ajoute Baudelot (*Observation sur la structure et le développement des nageoires*, in *Archives de zoologie expérimentale*), « est beaucoup plus long, ce qu'il faut attribuer évidemment à « la réunion de plusieurs articles en un seul. On apercevait « encore, au reste, sur l'extrémité interne de cet article basi- « laire, des traces de soudure qui démontrent jusqu'à l'évidence « son origine complexe. » Nous ne saurions en aucune façon partager cette manière de voir. — Tout ce que nous avons dit jusqu'ici sur le squelette osseux des poissons démontre que, loin de subir des soudures, les pièces de ce squelette résultent pour la plupart d'une scission survenue dans des organes de dimension plus grande. Sans que nous l'ayons directement

vérifié, il est hors de doute pour nous que les rayons suivent, sous ce rapport, la loi commune des organes ostéoides chez les poissons — et on pourrait ajouter : des organes cartilagineux chez les poissons et les autres vertébrés. Il est évident que les prétendues traces de soudure partielle observées par Baudelot ne sont autre chose que des débuts de scission en cours.

Le sectionnement transversal se produit peu à peu dans le rayon définitif, et alors qu'il n'a pas encore atteint 1 μ 1[2 d'épaisseur ; il ne s'étend pas aux rayons secondaires ; il apparaît en général vers le milieu de la longueur du rayon. Il y a également un sectionnement longitudinal dont le mécanisme doit être le même que celui du sectionnement transversal. On ne devra pas toutefois confondre les fissures qui dessinent les parties individualisées de la sorte en long avec les bords des rayons secondaires situés plus profondément.

Les nageoires latérales des raies offrent des fibres volumineuses qui semblent les analogues des rayons secondaires. Nous en avons représenté (fig. 4.) la coupe transversale chez une raie longue de 12 centimètres environ. Elles sont fusiformes, denses, solides, assez irrégulièrement cylindriques, pressées les unes contre les autres, formant au-dessous de la peau une couche continue et résistante tant à la face dorsale qu'à la face ventrale. Elles mesurent en général 10 à 12 μ de diamètre. La substance de ces filaments n'est pas toutefois homogène, comme celle des rayons secondaires des poissons osseux. Ils laissent apercevoir dans leur épaisseur quelques stries dont on retrouve la trace sur les coupes transversales, en forme de points obscurs, parfois étoilés. Ces fibres paraissent souvent se confondre par leurs bords, mais la soude, en les gonflant, montre que ce n'est là qu'une apparence. Sous l'action de ce réactif, leur coupe devient ovale à grand axe dirigé perpendiculairement à la surface de la nageoire. Alors aussi la trace des stries s'accentue, et dessine sur les coupes de petites tâches étoilées obscures répondant évidemment à des solutions de continuité dans la substance de la fibre.

Les deux membranes résultant de la juxtaposition de ces

sortes de rayons secondaires, sont profondément situées au-dessous du derme; celui-ci est mince, la soude le gonfle. Au-dessous de lui s'étalent comme d'ordinaire les éléments pigmentés qui donnent à l'animal sa coloration; puis vient une couche épaisse de 10 à 12 μ environ, finement striée dans une direction perpendiculaire à la surface du corps, comme si elle était constituée par de très-minces lamelles appliquées *de champ* les unes contre les autres. Cette couche pourrait être regardée peut-être comme l'analogue des rayons définitifs. Une nouvelle zone de tissu lamineux la sépare de la couche des rayons secondaires, qui repose elle-même immédiatement sur le tissu lamineux au milieu duquel se trouvent les rayons cartilagineux, dont les rapports rappelleraient un peu, dans ce cas, la situation des cartilages hypuraux de la queue des poissons téléostiens.

B. — Nageoire dorsale.

Chez les tout jeunes embryons de Syngnathe, on observe à la nageoire dorsale une union intime entre le tissu cartilagineux et le tissu spiculaire. Le nombre des rayons est 4 fois plus grand environ que celui des arcs vertébraux correspondants. Chaque rayon est composé d'abord d'une pièce basilaire allongée, renflée à ses deux extrémités. Elle est obliquement placée, et repose par l'extrémité inférieure sur les enveloppes mêmes des centres nerveux : nous n'avons pas déterminé le rapport exact de ces pièces avec les arcs nerveux. La partie moyenne est formée de chondroplastes discoïdes qui indiquent l'apparition probablement précoce de ces pièces. Les chondroplastes des extrémités sont arrondis, ceux de l'extrémité supérieure en particulier sont volumineux.

Entre les extrémités periphériques de ces pièces, il en existe d'autres, constituées également par du tissu cartilagineux, de forme lenticulaire; chacune d'elles porte un rayon de la nageoire, formé de substance ostéoïde avec des stries fortement accusées. Le rayon entraîne dans ses mouvements le noyau cartilagineux sur lequel il repose.

Le tissu cartilagineux des pièces lenticulaires est nettement délimité ; le tissu environnant est formé de petits noyaux réguliers, ovoïdes, finement granuleux, sans nucléole, ayant quelque analogie avec les noyaux que l'on trouve presque partout, chez les poissons, au contact des cartilages qui se développent à une époque relativement tardive.

XIII. — Conclusions.

Les principales conclusions qui nous paraissent découler des recherches précédentes, tant au point de vue embryogénique qu'au point de vue de l'anatomie générale, sont les suivantes :

1. Chez les poissons osseux, le crâne apparaît au-dessus de la corde et ne peut être considéré, à tout prendre, que comme représentant *une seule vertèbre.*

2. Le crâne primordial ou cartilagineux a pour point de départ l'oreille.

3. L'oreille des poissons osseux présente au début la plus grande analogie avec celle des Céphalopodes. Chez ceux-ci, les deux capsules auditives, séparées au début, ne se rapprochent que tardivement pour s'unir sur la ligne médiane.

4. La présence des organes de la vue et de l'ouïe semble être, chez les vertébrés et les Céphalopodes, la cause déterminante de l'apparition d'un squelette céphalique : les premières pièces de celui-ci ont pour point de départ la capsule auditive.

5. Le squelette primordial cartilagineux de la tête des poissons osseux (*Gasterosteus, Labrus, Syngnathus, Gobius*), et spécialement l'appareil temporo-maxillaire, offrent une remarquable conformité. L'appareil temporo-maxillaire est toujours composé de trois pièces dont les rapports sont constants : 1° temporal primordial, 2° jugal primordial, 3° maxillaire primordial.

6. Les hyoïdes, la carène, les arcs branchiaux et les palatins postérieurs apparaissent de très-bonne heure sous forme de cartilages cylindriques à chondroplastes centraux, discoïdes.

7. L'hyoïde, les arcs branchiaux et le palatin postérieur de chaque côté présentent une homologie sériale manifeste.

8. Le tissu cartilagineux des poissons osseux est formé, comme d'ailleurs le tissu conjonctif, d'éléments cellulaires relativement très-petits. Les cellules cartilagineuses peuvent résulter : 1° soit de la différenciation des cellules du tissu environnant; 2° soit de la scissiparie de cellules déjà incluses dans la substance cartilagineuse. Cette scissiparie toutefois paraît limitée, et ne produire que des *familles* peu nombreuses (1).

9. Le tissu ostéoïde ou spiculaire paraît grandir, soit par croissance intersticielle, soit simplement par suraddition de nouvelle substance.

10. Le tissu cartilagineux présente des phénomènes de scission dans sa masse, aboutissant comme dans les vertébrés supérieurs (2), à l'individualisation de deux ou plusieurs *organes premiers*, aux dépens d'une masse cartilagineuse qui n'en constituait d'abord qu'un seul.

11. Dans un certain nombre de cas, ce sectionnement, indiqué cependant par la disposition des chondroplastes comme devant se faire, n'a pas lieu chez l'animal arrivé à la taille que nous regardons comme celle de l'adulte.

12. La calcification du tissu cartilagineux peut suivre une évolution régulière, comme dans les rayons des nageoires latérales de la Raie.

13. Les pièces ostéoïdes et spiculaires apparaissent au sein d'une variété de tissu lamineux, dont les éléments s'écartent pour faire place à ces organes premiers.

14. En général, les organes cartilagineux du squelette primordial ne disparaissent point : ils se recouvrent, dans beaucoup de cas, d'une couche de substance ostéoïde sous laquelle ils persistent, en croissant plus ou moins et en changeant de forme plus ou moins. Les lignes de scission indiquées par la disposition des chondroplastes dans la masse cartilagineuse sous-jacente, ne correspondent pas toujours aux sutures des pièces spiculaires enveloppantes.

(1) Voy. Pouchet et Tourneux, *Précis d'histologie*, 1877, p. 401.
(2) Voy. *Ibid.*, p. p. 431.

15. Les organes premiers formés de substance ostéoïde sont, encore plus que les organes premiers cartilagineux, sujets à se sectionner, de façon qu'un seul organe spiculaire primitif se divise finalement en plusieurs organes premiers.

16. Les plaques osseuses (Raie, Syngnathe, Lump), les écailles naissent sans cartilage préexistant. Elles prennent leur origine au-dessous du derme, ou se confondent au début avec celui-ci. Dans le premier cas, ces organes peuvent rester sous-cutanés (Syngnathe). Ils peuvent également perforer le derme (spinules des écailles cténoïdes) et l'épiderme, comme font d'ailleurs, chez un grand nombre d'espèces, certains os du squelette profond.

17. Le relèvement de l'extrémité postérieure de la corde dorsale (hétérocercie) a pour phénomène antécédant l'apparition des cartilages hypuraux, qui naissent au-dessous de la corde dorsale, comme le cartilage céphalique naît au-dessus de l'extrémité antérieure de celle-ci.

18. La nageoire caudale, avant l'apparition des hypuraux, existe comme organe ou région distincte. Elle est alors symétrique au-dessus et au-dessous de l'axe du corps; elle offre des rayons extrêmement fins (*rayons primitifs*).

19. Ces *rayons primitifs* sont par la suite remplacés par d'autres éléments de même ordre, mais de plus grand volume (*rayons secondaires*).

20. Les *rayons définitifs* se développent en dehors de la couche formée par les rayons secondaires; ils se confondent souvent, vers leur extrémité, avec le derme.

21. Les nageoires latérales de la Raie présentent, au moins dans le jeune âge, une structure rappelant celle des rayons des nageoires des Téléostiens.

22. Les longues pièces de la base des rayons définitifs, loin de résulter de la soudure de plusieurs articles, sont, au contraire, des parties n'ayant pas subi le sectionement régulier qui a divisé le reste du rayon en articles distincts.

EXPLICATION DES PLANCHES.

Planche IV.

Fig. 1. — Extrémité d'un rayon cartilagineux de la nageoire latérale d'une jeune Raie.

Fig. 2. — Fragment du même à un plus fort grossissement, pour montrer la disposition des ossicules.

Fig. 3. — Ossicule central considérablement grossi, montrant les cellules cartilagineuses totalement ou à demi engagées dans la substance calcifiée.

Fig. 4. — Coupe transversale d'un rayon de la nageoire latérale et des parties environnantes, chez une Raie longue de 12 centimètres environ : — *a.* derme avec couche pigmentaire sous-jacente ; — *b.* couche striée homologue (?) des rayons définitifs des nageoires des Téléostiens ; — *c.* couche de fibres (homologues des rayons secondaires ?).

Fig. 5. — Embryon de *Scillium catula* (?) long de 3 centimètres.

Fig. 6. — Organes spiculaires de l'extrémité postérieure du corps du même, à un grossissement plus considérable.

Fig. 7. — Fragment de la corde dorsale d'un très-jeune Syngnathe : — *a.* arc neural ; — *b.* apophyses représentant un arc hæmal incomplet ; — *c.* amas de cellules cartilagineuses. — On distingue une place où les noyaux du tissu de la corde sont plus denses, et qui correspond au milieu d'un corps vertébral à venir.

Fig. 8. — Coupe transversale partielle du corps d'un jeune Syngnathe, dont la vésicule ombilicale est encore un peu visible. On a seulement indiqué la place des masses musculaires : — *a.* corde dorsale formée de grandes cellules au centre, et de noyaux à la periphérie ; — *b.* épithélium ; il est figuré seulement à cette place ; sur le reste de la coupe, le derme, très-mince, est à nu ; on voit au-dessous de lui des chromoblastes ; — *c.* vaisseaux ; — *d.* masse de tissu générateur représentée par des noyaux, au milieu desquels on distingue les premiers linéaments d'une plaque dermique encore très-irrégulière.

Fig. 9. — Même coupe sur un Syngnathe plus âgé : — *a.* corde dorsale ayant pris une forme en partie prismatique et présentant une enveloppe épaisse, finement striée ; — *b.* plaque dermique enveloppée de tissu générateur.

Fig. 10. — Détails de la nageoire dorsale d'un très-jeune Syngnathe : — *a.* pièce basilaire ; — *b.* rayon formé d'une pièce spiculaire reposant sur un noyau cartilagineux.

PLANCHE V.

FIG. 11. — Embryon de Gobius (niger?) laissant voir par transparence les centres nerveux, l'œil, l'oreille, avant l'apparition des premières pièces du squelette.

FIG. 12. — Oreille du même à un plus fort grossissement; les deux otolithes sont bacilliformes.

FIG. 13, 14, 15, 16. — Stades successifs montrant le développement des canaux demi-circulaires à l'intérieur de la vésicule auditive chez le Labre (*Labrus Bergylta*?). On voit dans le premier les deux otolithes en rosace déjà formés, la crête acoustique revêtue de ses cils, et quatre éminences. Dans le second, ces quatre éminences se sont conjuguées pour former trois arcades, et on voit naître une cinquième éminence entre les deux otolithes. Au troisième stade, cette éminence s'est à son tour soudée avec la masse résultant de la soudure des éminences précédemment apparues.

FIG. 17. — Hyoïde d'un Gobius niger, long de 10 à 12 millimètres.

FIG. 18. — Coupe optique en long de la tige du symplectique pendant le cours de son ossification : au centre, le temporal cartilagineux primordial, représenté par un amas cylindrique de chondroplastes discoïdes, enveloppé d'une couche épaisse de substance hyaline; au-dessus de celle-ci, couche de substance ostéoïde mêlée de noyaux allongés, étroits.

FIG 19. — Fragment de l'hyoïde primordial et de la lame cartilagineuse qui se superpose à lui (chez le Gobius niger) : — *a*. cartilage primordial avec chondroplastes discoïdes ayant subi une prolifération notable, tout en restant complétement enveloppés de substance cartilagineuse; — *b*, *c*, *d*. lame cartilagineuse développée par apposition, *b*. cellules les plus récentes, *c*. cellules plus anciennes subissant la prolification, *d*. cellules arrivées à leur période d'état ou en régression.

FIG. 20. — Squelette primordial de la tête et de l'appareil branchial du Labre à la naissance. Les parties, vues en dessus, ont subi une légère déviation par suite de laquelle la carène se trouve reportée à gauche : — *c*. extrémité de la corde dorsale; — *f*. forceps; — *pf*. plaque faciale; — *o*. oreille avec deux otolithes en rosace; — *tt*. temporaux; — *jj*. jugaux; — *mm*. maxillaires; — *x*. carène; — *h*. hyoïde gauche; — *aaa*. arcs branchiaux gauches; — *h'a'a'a'*. les mêmes organes de droite.

FIG. 21. — Profil de la tête du Labre à l'éclosion : — *o, t, j, m, x, h.* comme dans la figure précédente.

PLANCHE VI.

FIG. 22. — Mâchoires de Gobius niger long de 12 millimètres : — *ms.* maxillaire supérieur; — *a.* angulaire; — *mi.* maxillaire inférieur.

FIG. 23. — Extrémité caudale d'un très-jeune embryon de Gobius (niger?).

FIG. 24. — La même d'un embryon plus avancé.

FIG. 25. — Squelette crânien du Gobius (niger?) à l'éclosion : — *c.* extrémité de la corde dorsale; — *o.* oreille; — *pn.* plaque nuchale; — *f.* forceps; — *pf.* plaque faciale.

FIG. 26. — Mâchoire inférieure du même, vue de profil : — *o.* oreille; *t.* temporal; — *j.* jugal; — *m.* maxillaire; — *st.* styloïde; — *h.* hyoïde.

FIG. 27. — Squelette céphalique du même vu en dessous : — *c, o, pn, f, t, j, m, h.* comme dans les deux figures précédentes; — *x.* carène; — *cl.* cartilage lingual; — *aa.* arcs branchiaux, au nombre de deux.

PLANCHE VII.

FIG. 28 et 29. — Squelette céphalique de Gobius niger long de 10 à 12 millimètres, vu de profil et vu en dessus.

FIG. 30. — Mâchoire inférieure, appareil maxillo-palatin, et mâchoire supérieure du même : — *t.* temporal; — *s.* styloïde; — *j.* jugal; — *m.* maxillaire; — *mp.* appareil maxillo-palatin; — *pf.* plaque faciale; — *ms.* maxillaire supérieur; — *in.* intermaxillaire.

FIG. 31. — Appareil hyobranchial du même : — *t, st.* comme dans la figure précédente; — *o.* opercule spiculaire; — *x.* carène; *gh.* glossohyale; — *aaaa.* arcs branchiaux présentant des pièces internes, et des pièces externes recourbées (pharyngiens); — *pp.* pharyngiens postérieurs.

PLANCHE VIII.

FIG. 32. — Appareil maxillo-palatin chez un Gobius (niger?), long de 22 millimètres : — *t.* temporal; — *s.* symplectique; — *cat.* cartilage angulaire terminal; — *j.* jugal; — *o.* opercule; — *po.* préopercule; — *st.* styloïde; — *h.* hyoïde, montrant la séparation déjà très-accusée en épihyale et cératohyale; — *ty.* tympanique; — *ts.* transverse; — *p.* palatin.

Fig. 33. — Les mêmes parties chez le même animal, long de 48 millimètres. Mêmes lettres.

Fig. 34. — Les mêmes parties chez l'animal adulte (dans cette figure, le symplectique est représenté déplacé de ses rapports normaux.) Mêmes lettres.

Planche IX.

Fig. 35 et 36. — Portion de crâne de Gobius adulte montrant les rapports des os spiculaires avec le crâne cartilagineux primordial : — *ol.* occipital latéral; — *r.* rocher; — *m.* mastoïde; — *pf.* postfrontal; — *os.* face supérieure de l'orbito-sphénoïdal cartilagineux supportant le frontal principal; — *a.* masse cartilagineuse isolée en forme de clou; — *b.* masse cartilagineuse limitée en avant vers le milieu du supra-occipital; — *b'*. la même, vue par transparence.

Fig. 37. — Sphénoïde du même crâne.

Fig. 38. — Coupe du même crâne au niveau des occipitaux latéraux. Les portions cartilagineuses sont indiquées par une teinte plate grise.

Fig. 39. — Coupe du même plus en avant au niveau des mastoïdes.

Fig. 40. — Coupe du même plus en avant, au niveau des postfrontaux et de la masse de substance cartilagineuse en forme de clou.

Fig. 41. — Coupe du même plus en avant, au niveau du début de la masse faciale.

Fig. 42. — Coupe du même plus en avant au niveau où la masse faciale forme une large cloison.

Fig. 43. — Coupe du même par le travers de la masse faciale.

Planche X.

Fig. 44. — Crâne cartilagineux d'Athérine longue de 12 à 15 millimètres.

Fig. 45. — Dentaire du même, avec les trois masses cartilagineuses l'avoisinant.

Fig. 46. — Mâchoire inférieure du même, à un plus fort grossissement : — *t.* temporal; — *j.* jugal; — *m.* maxillaire; — *o.* opercule; *st.* styloïde; — *mp.* appareil maxillo-palatin.

Fig. 47. — Appareil hyobranchial du même : — *x.* carène; — *cl.* cartilage lingual, présentant l'indication d'une scission; — *h.* hyoïde, présentant également les traces de sa future division en *épihyale* et *cératohyale;* — *aaaa.* arcs branchiaux; — *pp.* pharyngien postérieur.

Fig. 48. — Pharyngien postérieur du même à un plus fort grossissement.

Fig. 49. — Crâne cartilagineux d'un Anchois long de 25 millimètres environ vu en dessus.

Fig. 50. — Le même vu de profil.

Planche XI.

Fig. 51. — Tête de Syngnathe encore très-jeune, dans l'œuf. On distingue un globule réfringent au milieu du cristallin.

Fig. 52. — Syngnathe plus âgé, squelette de la mâchoire inférieure : — *t.* temporal ; — *j.* jugal ; — *m.* maxillaire ; — *s.* styloïde ; — *hh'.* deux pièces devant concourir à former l'hyoïde ; — *x.* carène.

Fig. 53. — Région faciale d'un Syngnathe encore contenu dans la poche incubatrice : — *t, j, m.* comme dans la figure précédente ; *pf.* plaque faciale ; — *ms.* maxillaire supérieur ; — *im.* intermaxillaire ; — *ci.* cartilages indépendants.

Fig. 54. — Squelette de la base du crâne du même, vu en dessus. Mêmes lettres que dans les figures 52 et 53.

Fig. 55. — Squelette de la tête du même, vu par le profil · — *c.* corde ; — *aa.* pièce de la base du crâne représentée dans la figure 54 et vue ici de profil ; — *t, j, m, h, ms, im, ci.* comme dans la figure précédente ; le temporal *t* offre à sa surface un organe spiculaire ; — *n.* nasal ; — *fp.* fronto-pariétal spiculaire ; — *rb.* rayons branchiostéges, au nombre de trois.

Fig. 56. — Appareil maxillaire et hyoïdien du même ; — les lettres *t, j, m, h, rb,* comme dans les figures précédentes ; — *x.* carène ; — *cl.* cartilage lingual ; — *aaaa.* arcs branchiaux.

Planche XII.

Fig. 57. — Squelette cartilagineux du crâne d'un Syngnathe sortant de la poche incubatrice. Les parties sont vues en dessus. On distingue l'indice d'un sectionnement dans le cartilage formant la base du crâne : — *j.* nasaux primordiaux conjugués en un cartilage unique.

Fig. 58. — Le même, avec les organes spiculaires qui le recouvrent : — *fp.* fronto-pariétaux encore soudés ; — *os.* occipital supérieur, encore indivis à cette époque.

Fig. 59. — Cartilage représenté en *j,* fig. 57, vu de profil.

Fig. 60. — Mâchoire inférieure et appareil maxillo-palatin du même : *t.* temporal ; — *j.* jugal ; — *m.* maxillaire ; — *tp.* pièce spiculaire appliquée d'une part contre le jugal, dont elle a

été ici écartée, et, d'autre part, contre l'extrémité de la plaque faciale *pf*.

Fig. 61. — Os basilaire d'un Syngnathe long de 7 à 8 centimètres, montrant le cartilage recouvert de toutes parts par la substance spiculaire ; l'excavation contenant l'extrémité de la corde a pris la forme d'une cloche.

Fig. 62. — Plaque dermique d'un Syngnathe à la naissance.

Planche XIII.

Fig. 63. — Boucle cutanée d'un jeune Lump.

Fig. 64. — Écaille d'un jeune Gobius niger long de 18 millimètres, portant trois spinules.

Fig. 65. — Fragment d'une écaille du même animal plus âgé, montrant la dernière spinule apparue, et le bourgeon où s'en formera une nouvelle.

Fig. 66. — Fragment semblable montrant la dernière spinule apparue en cours d'éruption à travers le tissu générateur et le derme.

Fig. 67. — Fragment semblable montrant deux spinules en cours d'éruption, une troisième en cours de développement dans son bourgeon, et un bourgeon récent devant plus tard donner naissance à une spinule.

Fig. 68 et 69. — Appendices des rayons branchiaux de l'Athérine, apparus au milieu du tissu générateur ; le contour seul de celui-ci est représenté dans la fig. 68. — *aa*. arc branchial formé d'un cartilage cylindrique à chondroplastes discoïdes.

Fig. 70. — Coupe longitudinale d'une écaille de Gobius niger long de 4 à 5 centimètres, montrant ses rapports avec les écailles voisines ; l'épiderme n'a pas été figuré : — *a*. bord postérieur de l'écaille ; — *b*. lame de substance fibroïde mêlée de noyaux et de chromoblastes, sur laquelle repose le bord postérieur de l'écaille ; — *c*. aponévrose sous-dermique ; — *d*. muscles.

Fig 71. — Coupe longitudinale des écailles d'un Mulet (*Mugil*) de 4 à 5 centimètres : — *aa*. portion d'épiderme restée en place ; — *b*. aponévrose hypodermique ; — *c*. tissu fibroïde (tissu générateur) ; — *dd*. monticule de tissu générateur occupant le centre de chaque écaille.

Fig. 72. — Coupe totale d'un rayon de la queue d'un jeune Mulet : — *aa*. rayon définitif ; — *b*. derme ; — *c*. épiderme. De place en place, on aperçoit des chromoblastes contractés.

Fig. 73. — Coupe d'un rayon caudal plus volumineux, au voisinage de la base : — *a*, *b*, *c*. comme dans la fig. 72.

NOTE

SUR

UNE TUMEUR OSSEUSE GÉNÉRALISÉE

A LAQUELLE CONVIENDRAIT LA DÉNOMINATION DE TUMEUR OSTÉOBLASTE,

Par le Docteur L. BOUVERET
Ancien interne des hôpitaux.

PLANCHES XIV ET XV.

Un bomme de trentre-trois ans entre à l'hôpital des Cliniques, dans le service du professeur Broca, portant une énorme tumeur de la paroi thoracique droite. Voici les principaux caractères de cette tumeur : elle est profonde, diffuse, mal limitée, faisant corps avec la charpente osseuse du thorax ; de consistance inégale, molle en quelques points, en d'autres points d'une dureté véritablement osseuse, très-volumineuse, grosse comme deux têtes d'adulte ; elle s'étend de la clavicule à la neuvième côte, et de la ligne des articulations chondro-costales à la colonne vertébrale. — Durée totale de la maladie : dix-huit mois environ. Au quinzième mois, première apparition des tumeurs secondaires, au cuir chevelu et sous le sein gauche ; quelques mois plus tard, nouvelles poussées de tumeurs secondaires dans la région dorsale ; bientôt altération bien évidente de l'état général ; mort au bout de dix-huit mois dans un état de cachexie profonde.

Tumeur primitive. Coupe verticale passant de 10 à 12 centimètres en dehors du sternum. Sur cette coupe on reconnaît que la masse de tissu morbide est composée de deux zones, l'une antérieure et l'autre postérieure. Celle-ci est dure, osseuse, et présente tous les caractères du tissu spongieux : d'ailleurs, nulle trace des côtes ni de leurs cartilages.

Ce tissu spongieux est partout continu. La zone antérieure est traversée par un grand nombre d'aiguilles osseuses très-dures qui rayonnent vers la face antérieure du néoplasme. Dans les aréoles plus ou moins étendues que limitent ces aiguilles, on trouve : 1° un tissu mou, grisâtre ; 2° des foyers de ramollissement d'une teinte jaunâtre ; 3° des noyaux durs, osseux, entourés de tissu mou ; 4° des cavités kystiques à parois anfractueuses, remplies d'une bouillie jaunâtre

Tumeurs secondaires. Très-nombreuses, une soixantaine environ, développées surtout dans le tissu cellulaire sous-cutané et dans les muscles. On en trouve également dans les os du crâne, le radius droit et l'os iliaque gauche, enfin parmi les viscères, dans le cœur et les reins seulement. Les caractères variables de ces tumeurs secondaires, qui presque toutes renferment une notable proportion de tissu osseux, permettent de les ranger en trois catégories :

1° Tumeur secondaire contenant beaucoup de tissu mou et, plongés dans ce tissu, un ou plusieurs noyaux de consistance osseuse.

2° Tumeurs secondaires généralement plus volumineuses que les précédentes, contenant une très-forte proportion d'un tissu osseux d'apparence spongieuse.

3° Tumeurs secondaires presque exclusivement ou même exclusivement composées de tissu osseux. Il existe à peine une mince couche de tissu mou à la périphérie. De plus, en bien des points, ce tissu osseux a tous les caractères du tissu osseux compacte.

Examen histologique. Je commencerai cet examen par les tumeurs secondaires, qui ont l'incontestable avantage de présenter dans un état d'isolement relatif les diverses variétés du tissu pathologique.

1° *Tumeurs de la première variété.* Quatre tissus, quatre éléments diversement combinés, composent ces tumeurs secondaires : 1° tissu lamineux à divers degrés de développement ; 2° tissu osseux, également à diverses phases de son évolution ; 3° substance homogène ou très-finement granuleuse en masses

irrégulières ou en fines bandelettes ; 4° éléments cellulaires d'apparence épithéliale.

Le tissu lamineux forme en certains points de véritables faisceaux de corps fibro-plastiques, ou même de fibrilles. Beaucoup de tumeurs secondaires ont une enveloppe périphérique de cette nature, qui les sépare des tissus voisins, plus ou moins atrophiés. D'autres sont traversées par des faisceaux fibreux, et de la sorte divisées en loges plus ou moins volumineuses, dans lesquelles se trouve, et le plus souvent au centre, un noyau de tissu osseux. Enfin, dans certaines régions, on voit des faisceaux de corps fibro-plastiques parallèles se donner des anastomoses latérales en forme d'arcades très-élégantes. Partout ailleurs, les corps fibro-plastiques sont très-irrégulièrement disséminés. Outre ces formes du tissu lamineux, on rencontre également des agglomérations de cellules étoilées plongées au sein d'une matière amorphe.

Le tissu osseux est également disposé en masses irrégulières ; ici, noyaux anguleux, arrondis, ovalaires ; là, trabécules fines, déliées, anastomosées et limitant des aréoles, mais toujours suffisamment caractérisées par une substance fondamentale très-dure, finement granuleuse, faisant effervescence avec les acides ; enfin et surtout par la présence d'un grand nombre d'ostéoplastes à prolongements fins et ramifiés. Beaucoup de ces ostéoplastes renferment des corps cellulaires bien nets et colorés en rose dans le picro-carmin. La substance fondamentale se colore également en rose dans le même réactif. Quelques trabécules plus larges, plus développées, présentent dans leur partie centrale quelques caractères particuliers : c'est ainsi que les ostéoplastes y sont plus allongés, munis de prolongements plus fins et plus ramifiés, séparés par de plus larges espaces de substance fondamentale, et qu'ils ne renferment plus de corps cellulaires capables de coloration. Quant à la substance fondamentale, elle n'est plus colorée en rose, mais prend la teinte jaune de l'acide picrique.

La substance amorphe homogène dont j'ai parlé accompagne généralement le tissu osseux. Elle est également disposée en

masses irrégulières ou en trabécules ; et même il n'est pas rare de voir une de trabécules homogènes se continuer nettement avec une trabécule osseuse bien caractérisée. Cette substance ne renferme pas d'éléments cellulaires dans sa continuité. Les trabécules, souvent parallèles, s'envoient aussi des anastomoses en ogives et en arcades, comme les faisceaux des corps fibro-plastiques déjà décrits. Les masses et les trabécules se colorent toujours en rose dans le picro-carmin. Ce tissu est difficile à nommer; ce n'est pas le tissu ostéoïde de Virchow; il se rencontre à l'état physiologique dans les ossifications qui se développent dans le tissu lamineux ; seulement les histologistes ne lui ont pas donné de nom particulier.

Les éléments cellulaires, dans un grand nombre de dissociations, ont présenté les mêmes caractères. Ce sont des cellules d'aspect épithélial, de grande dimension, avec noyau, nucléole et protoplasme, mais dépourvues d'enveloppe. Forme assez variable : allongée, rectangulaire, ovalaire, cylindroïde; cette dernière forme est plus répandue. Dimensions de 20 à 25 μ; quelques-unes atteignent 35 μ. Le noyau a de 12 à 14 μ : il est vésiculeux, rempli de fines granulations plus claires que celles du protoplasme, et contient un ou deux nucléoles. Tous ces éléments cellulaires montrent une grande tendance à l'hyperplasie. On trouve en effet fréquemment des traces de segmentation des noyaux. Beaucoup de cellules renferment deux noyaux. Ces cellules sont les *ostéoblastes* de Gegenbaur.

Ces cellules sont abondamment répandues; elles accompagnent tous les autres tissus que nous avons étudiés précédemment. Dans le tissu lamineux, elles remplissent les mailles qui limitent des faisceaux de cellules fibro-plastiques : elles ont une prédilection marquée pour les prolongements de ces corps fibro-plastiques ; on les voit fréquemment alignées en séries très-régulières sur ces prolongements, simulant ainsi une sorte de revêtement épithélial. — Dans les régions où dominent les cellules étoilées plongées au sein d'une substance amorphe, ces cellules d'apparence épithéliale se groupent en agglomérations plus ou moins volumineuses; quelquefois en séries de

trois, quatre, cinq et six cellules disposées sur une même ligne, ce qui semble indiquer qu'elles sont le résultat d'une segmentation antérieure. — Ces mêmes cellules abondent également au niveau du tissu osseux. La plupart des trabécules sont tapissées d'une couche continue et régulière de ces cellules : on dirait encore l'épithélium d'une muqueuse. En bien des points, on voit une de ces cellules s'enfoncer dans la trabécule, s'entourer de toutes parts de sa subtance fondamentale, s'enfermer dans une petite cavité à contours dentelés irréguliers, et finalement se transformer en cellule osseuse.

Des rapports analogues existent entre les cellules et les trabécules homogènes. Les cellules forment des cercles, des couronnes concentriques autour de la coupe des trabécules.

Les vaisseaux, d'ailleurs peu nombreux, sont inégalement répartis. Dans le tissu lamineux, on rencontre assez souvent la coupe de capillaires : ces capillaires sont au contraire particulièrement rares dans le tissu à trabécules homogènes.

Tumeur secondaire de la deuxième variété. — Le tissu spongieux y domine. A la périphérie, fréquemment il existe une enveloppe lamineuse assez nette ; au-dessous, couche plus ou moins épaisse de tissu lamineux à l'état de cellules fibro-plastiques, également remplie de ces ostéoblastes d'apparence épithéliale. Cette couche est souvent traversée par des bandelettes osseuses qui, parties des régions centrales, dégénèrent bientôt en trabécules homogènes, dont les divisions arciformes et divergentes vont se perdre sous les faisceaux lamineux de l'enveloppe périphérique. Quant au tissu osseux du centre, c'est un véritable tissu spongieux : grosses trabécules osseuses, anastomosées et limitant des aréoles qui contiennent des corps fibroplastiques à prolongements ramifiés, des cellules d'apparence épithéliale en quantité et quelques vaisseaux capillaires. — Les trabécules ont les deux colorations déjà signalées, rose sur les bords, jaune au centre. Et même cette coloration jaune, indice d'un développement plus avancé, est beaucoup plus répandue que dans les tumeurs de la première variété.

Tumeur secondaire de la troisième variété. — Le tissu osseux

y prend les caractères du tissu compacte. Le type de cette tumeur secondaire est représenté par un noyau de généralisation volumineux développé sous le sein gauche, dans le tissu cellulaire sous-cutané. Une coupe suivant le grand axe, pratiquée à la scie, montre trois zones d'aspect différent : centrale, intermédiaire, périphérique. Au centre, le tissu osseux a bien encore les caractères du tissu spongieux; mais les aréoles sont plus étroites, et les cellules d'apparence épithéliale moins nombreuses. — La zone intermédiaire présente la plupart des caractères du tissu compacte. Une coupe de cette région montre, à un grossissement convenable, une substance fondamentale finement granuleuse, généralement colorée en jaune, pourvue d'ostéoplastes adultes à prolongements radiés, fins et ramifiés, enfin creusée de cavités le plus souvent très-étroites. Ces cavités, les unes régulières, circulaires ou ovalaires, ne renferment qu'un capillaire et sont certainement des canalicules de Havers; les autres, plus irrégulières, en forme de fentes anfractueuses, représentent des cavités médullaires considérablement retrécies par le développement de la substance osseuse. On trouve encore dans ces cavités des cellules étoilées, fibro-plastiques anastomosées et, de plus, de petites cellules arrondies de 10 à 12 μ, qui offrent tous les caractères des médullocelles.

Nombre de canalicules, coupés perpendiculairement à leur direction, rayonnent du centre à la périphérie : de là sans doute l'apparence de striation que présente la coupe de cette tumeur secondaire. En outre, sur bien des points, les ostéoplastes se disposent bout à bout, en cercles concentriques, autour d'un canalicule, et commencent à dessiner des systèmes lamellaires, comme dans la diaphyse d'un os long. — La zone périphérique a les mêmes caractères que dans la tumeur de la deuxième variété; mais elle est ici généralement moins épaisse.

Tumeur primitive. — Après cette étude des tumeurs secondaires, celle de la tumeur primitive se trouve extrêmement simplifiée. En effet, cette tumeur renferme, diversement combinés et en proportions variables, tous les éléments que nous venons de décrire, et n'en renferme pas d'autre. J'insiste par-

ticulièrement sur l'absence du tissu cartilagineux, tissu que j'ai partout recherché, et que je nulle part rencontré.

La région postérieure, d'apparence spongieuse, est en effet composée de tissu spongieux, comme la tumeur secondaire de la deuxième variété. Les aréoles, généralement plus larges, sont remplies de cellules étoilées, de corps fibro-plastiques et de cellules d'apparence épithéliale; on y découvre aussi quelques capillaires à parois minces embryonnaires. — Dans les portions molles de la région antérieure, nous retrouvons tout à fait la tumeur secondaire de la première variété : ostéoblastes d'apparence épithéliale disséminés ou réunis en groupes de volume variable au sein d'un tissu lamineux à l'état de cellules étoilées fibro-plastiques. On y voit également paraître le tissu à trabécules homogènes et le tissu osseux, par masses isolées. — Les grosses aiguilles qui rayonnent jusque sous l'enveloppe fibreuse périphérique sont formées d'un tissu compacte qui rappelle la tumeur secondaire de la troisième variété. Les canalicules de Havers, quand ils existent, ont une direction parallèle à celle de l'aiguille osseuse. Les ostéoblastes en ont disparu; l'ossification y est très-avancée ou même terminée.

Des foyers de ramollissement existent dans le tissu mou, remplis d'une matière jaunâtre, caséeuse; on y trouve des granulations graisseuses en quantité et des éléments cellulaires atrophiés, déformés. L'étude des tumeurs secondaires cardiaques, nous explique très-bien la production de ces foyers de ramollissement.

Quelques tumeurs secondaires méritent un examen particulier.

Celles des reins sont peu volumineuses : elles ne dépassent pas la dimension d'un pois. Elles ont, en général, la structure des tumeurs de la première variété. Le tissu rénal périphérique présente les lésions de la néphrite interstitielle. Les canalicules sont aplatis, parfois réduits à l'état de fente très-étroite ; cette déformation est due certainement au développement rapide du néoplasme. L'épithélium est dégénéré, graisseux; mais, au milieu des masses granuleuses qui remplissent les canalicules,

il est facile de reconnaître, colorés en rose, les noyaux des cellules épithéliales. Le tissu lamineux a pris un développement considérable : les cloisons intercanaliculaires sont remplies de petites cellules arrondies de 12 à 13 μ, et de noyaux libres du tissu lamineux.

Le fait le plus important, et sur lequel j'insiste particulièrement, c'est que, entre ces noyaux libres et les ostéoblastes d'aspect épithélial, il n'y a pas d'intermédiaire, de transition, en sorte qu'il n'est pas possible de faire provenir les uns des autres : le contraste est d'autant plus net que, en quelques points, ces deux espèces de cellules sont très-rapprochées.

Certaines tumeurs développées dans les muscles permettent d'étudier facilement l'envahissement du tissu musculaire ; en effet, le tissu pathologique n'est point toujours séparé du tissu sain par une enveloppe lamineuse. Parmi les faisceaux musculaires, il en est qui n'ont pas subi d'autres lésions que l'atrophie simple : les fibres sont aplaties, comme les canalicules du rein, et réduites à l'état de minces rubans : la striation persiste, les noyaux du sarcolemme n'ont augmenté ni de volume ni de nombre. C'est là, sans doute, le resultat de la pression excentrique exercée par le tissu pathologique en voie de développement rapide. En d'autres points, on assiste en quelque sorte à l'ossification du faisceau musculaire. Les fibres subissent encore l'atrophie simple, mais sans aplatissement. Les cloisons du perimysium se remplissent d'ostéoblastes d'aspect épithélial, au milieu desquels paraissent des masses ou des trabécules du tissu homogène et de tissu osseux : si bien que chaque fibre musculaire se trouve bientôt entourée de bandelettes osseuses. L'os se développe si rapidement qu'il n'est pas rare de trouver, en plein tissu pathologique, au milieu des aréoles spongieuses, des débris de fibres musculaires très-faciles à reconnaître. Parfois, cette ossification se montre sous un autre aspect. Des trabécules fines, homogènes, formant des faisceaux légèrement ondulés, ou diversement contournés, remplies dans leurs mailles de cellules d'aspect épithélial, s'avancent, s'insinuent au loin entre les fibres musculaires, les dissocient de tous côtés, et

bientôt sont suivies de trabécules osseuses nettement caractérisées. — En définitive, l'ossification se produit dans le tissu lamineux du perimysium et la substance contractile disparaît par atrophie simple.

Cette substance, homogène, colorée en rose, généralement disposée en fines trabécules qui partout accompagnent et précèdent le tissu osseux, présente dans les tumeurs secondaires du cœur une disposition nouvelle. Sur une coupe, elle forme une nappe continue, tantôt sans trace d'éléments cellulaires dans une grande étendue, tantôt creusée d'un grand nombre de cavités. Ces cavités, généralement spacieuses, renferment des quantités d'ostéoblastes d'aspect épithélial. Dans les agglomérations volumineuses de ces cellules, le centre présente souvent une teinte jaunâtre, et ne se colore pas dans le picrocarminate. A un fort grossissement, on reconnaît que les cellules de la périphérie sont intactes, bien développées, tandis que celles du centre sont petites, atrophiées. Sans doute ces dernières ont péri, atrophiées par le développement excessif des cellules de la périphérie. Cette atrophie peut même frapper une agglomération tout entière. A un degré de plus, ces éléments se dissocient, se resorbent, sont remplacés par du liquide, et donnent ainsi naissance à une sorte de kyste. Très-probablement, ce mécanisme a présidé à la formation des cavités kystiques rencontrées dans la zone antérieure de la tumeur primitive.

Tels sont les caractères du tissu pathologique, étudiés dans ses diverses variétés : quelle en est la nature, et quelle place lui convient parmi les néoplasmes ?

Il faut évidemment éliminer l'enchondrôme ; nulle part nous n'avons trouvé de tissu cartilagineux, pas plus dans la tumeur principale que dans les tumeurs secondaires. L'absence de ce tissu dans les tumeurs secondaires, me paraît particulièrement concluante. La tumeur secondaire emporte dans l'organe souvent éloigné où elle vient à se développer le caractère le plus saillant, le plus fondamental du tissu néoplastique; ce tissu s'y présente dans un état d'intégrité relatif, exempt des dé-

viations, des altérations qui peuvent atteindre la tumeur primitive, plus volumineuse et plus ancienne. On ne peut donc admettre que le cartilage ait ici préexisté et qu'il ait disparu consécutivement, soit par les progrès de l'ossification, soit par ramollissement ou toute autre altération. S'il en était ainsi, le cartilage précéderait l'os dans les tumeurs secondaires, comme dans la tumeur primitive. Or, dans les plus petits noyaux osseux des muscles, à côté des premières périodes du tissu osseux en voie de développement, le cartilage manque constamment.

Les tumeurs fibro-plastiques peuvent présenter une tendance manifeste à l'ossification dans certaines conditions, par exemple lorsqu'elles se développent sous le périoste. Notre tumeur ne peut appartenir à cette espèce, et pour des raisons nombreuses et décisives. L'ossification n'y est point ici un fait accidentel, mais constant; ce n'est pas parce qu'il avoisine un os, un périoste, un tissu quelconque capable de produire de l'os, que ce tissu pathologique s'ossifie, mais bien parce qu'il porte en lui-même le germe d'une ossification fatale et complète, parce qu'il ne peut se développer, accroître la masse sans produire un véritable tissu osseux. La tumeur fibro-plastique présente une tendance à l'ossification plutôt qu'une ossification véritable : les ostéoplastes y sont larges, peu développés, les canalicules de Havers manquent généralement, ainsi que la disposition lamellaire de la substance fondamentale. Ici, l'ossification peut aller jusqu'aux dernières limites qu'on lui voit atteindre à l'état physiologique ; plusieurs tumeurs secondaires sont en effet presque exclusivement composées d'un tissu compacte, tout a fait comparable à celui d'une diaphyse.

Enfin, ce qui caractérise la tumeur fibro-plastique, c'est l'hypergenèse de certains éléments du tissu lamineux. Or, les éléments cellulaires d'aspect épithélial que nous avons partout rencontrés, abondamment répandus et dans la tumeur primitive et dans les tumeurs secondaires, sont trop bien caractérisés; leur analogie ou plutôt leur identité avec les ostéoblastes est trop évidente pour qu'il soit permis de les confondre avec les noyaux libres du tissu lamineux. Ils en diffèrent au triple point de vue

de la forme, des dimensions et surtout de l'évolution. Le noyau du tissu lamineux poursuivant sa genèse deviendra corps fibro-plastique, et le corps fibro-plastique produira des fibres lamineuses. Notre cellule d'aspect épithélial est un ostéoblaste et, comme tel, donnera naissance a du tissu osseux, et à du tissu osseux seulement.

Toutes ces considérations sont très-applicables aux tumeurs à médullocelles et à myéloplaxes, qui, comme la tumeur fibro-plastique, présentent parfois une certaine tendance à l'ossification. La cellule d'aspect épithélial ou ostéoblaste ne peut pas être confondue avec la médullocelle ni avec le myéloplaxe. La distinction, évidente au point de vue anatomique, ne l'est pas moins au point de vue clinique. Le myéloide ossifiant reste une lésion locale, et par conséquent bénigne le plus souvent. Combien différent ce néoplasme qui prend un accroissement énorme en un temps relativement court, qui se généralise, infecte l'organisme, et bientôt développe une cachexie profonde à laquelle le malade finit par succomber.

La composition des tumeurs ostéoides de Muller est complexe : on y trouve divers éléments : tissu ostéoïde, fibreux, cartilagineux, et de plus des ilots nombreux de calcification. Deux grands caractères les distinguent : l'ossification y accompagne le tissu cartilagineux; le tissu typique est le tissu ostéoïde, qui résulte de l'action du rachitisme sur le développement des os longs. Ces deux caractères font ici défaut. Le cartilage manque complétement.

Le tissu ostéoïde manque également : non-seulement l'ossification n'est pas deviée dans le sens ostéoïde de façon à rappeler la lésion du rachitisme, mais elle arrive en bien des points aux périodes les plus avancées de l'état physiologique.

REMARQUES SUR L'OSSIFICATION DANS LE TISSU CELLULAIRE.

Les néoplasmes sont des maladies des tissus, caractérisées par l'hypergenèse de certains éléments anatomiques. Aussi la classification des néoplasmes doit-elle chercher à rapprocher les

tissus néoplastiques des tissus normaux. Si l'on se reporte aux descriptions que nous avons données de la tumeur primitive et des tumeurs secondaires, on sera bien vite convaincu que ce tissu normal est clairement désigné : c'est le tissu osseux se développant dans le tissu lamineux. Les types de tous nos tissus morbides correspondent nettement aux diverses périodes du développement des os dans la voûte du crâne.

Je ne reproduirai pas ici la description de l'ossification dans le tissu lamineux. Julius Wolff, dans la *Revue des sciences médicales* (1875), résume bien cette question. Les diverses périodes de l'ossification sont marquées chacune par un aspect spécial, quoique transitoire, du tissu.

1. Passage du tissu cellulaire à l'état fibrillaire. Ces faisceaux de volume variable, plus ou moins parallèles, sont quelquefois plus ou moins ondulés. La substance qui les compose, de nature conjonctive d'après Wolff, probablement déjà imprégnée de sels calcaires, se dispose généralement en fibres et fibrilles, mais aussi, dans quelques points, en couches plus ou moins épaisses. Les éléments cellulaires du tissu lamineux y sont très-atrophiés, méconnaissables.

2. Les mailles qui séparent ces faisceaux fibrillaires, s'élargissent et se remplissent de cellules spéciales, d'aspect épithélial. Ce sont les ostéoblastes de Gegenbaur. Les fibres qui limitent les mailles sont homogènes, colorées en rose dans le picro-carmin ; elles s'anastomosent en ogive, en arcades parfois très-élégantes. Sur ces fibres et sur leurs ramifications, reposent les ostéoblastes. Si l'observation porte sur une coupe faite perpendiculairement à la direction de ses fibres, on a l'aspect suivant : Corps arrondis ovalaires, de substance homogène et refringente, colorés en rose par le carmin et entourés de rangées circulaires d'ostéoblastes.

3. La substance osseuse paraît, suivant de près la production des ostéoblastes. Élaborée par ces cellules, elle se dépose autour des fibres conductrices. Ce tissu osseux, jeune, est caractérisé par la coloration rose de la substance fondamentale, et la forme des ostéoplastes, très-rapprochés les uns des autres.

4. Le tissu osseux prend peu à peu les caractères de l'état adulte. Les trabécules ont deux zones de coloration, centrale et périphérique, et renferment dans leurs ostéoplastes des éléments cellulaires de formes très-diverses, depuis l'ostéoblaste en voie d'inclusion jusqu'à la cellule osseuse définitive. Les ostéoblastes existent encore sur le bord des trabécules (1).

5. Disparition des ostéoblastes. Aréoles renfermant du tissu lamineux à divers degrés de développement, des vaisseaux, et les éléments de la moelle osseuse, les medullocelles; dans quelques trabécules volumineuses, apparition des canalicules de Havers.

La comparaison de ces périodes de l'ossification dans le tissu lamineux avec les diverses variétés de notre tissu pathologique est des plus concluantes.

Un élément anatomique domine dans toutes nos productions morbides ; c'est une cellule d'aspect épithélial. L'analogie ou plutôt l'identité de cette cellule avec l'ostéoblaste ne saurait être mise en doute : mêmes dimensions de 20 à 30 μ ; même aspect épithélial, même noyau de 12 à 14 μ, vésiculeux, pourvu de granulations et de nucléoles ; même tendance à la segmentation ; enfin mêmes rapports avec les formes primordiales du tissu osseux.

Le tissu cellulaire à l'état fibrillaire est très-répandu dans tous nos néoplasmes : c'est encore ce tissu, composé de trabécules fines, homogènes, qui en certains points se continue manifestement avec des bandelettes osseuses parfaitement caractérisées.

La deuxième période est largement représentée. Comparez avec le tissu de cette période le tissu très-répandu dans les

(1) Serres, le premier, a nommé *ostéoplastes*, ce qu'on appelait autrefois les *corpuscules et leurs ramifiés* (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*. Paris, 1843. t. XVI, p. 76, et *Recherches sur les lois de l'ostéogénie*). Serres et Doyère ont les premiers montré que ces éléments et leurs ramifications anastomotiques (qu'ils appellent *canalicules ostéoplastiques*, unissant les ostéoplastes les uns aux autres), sont des cavités contenant sans doute un liquide pendant la vie et non des corps solides (*ibid.*, 1842, t. XIV, p. 296 et 297, et 1843, t. XVI, p. 73).

(*Rédaction.*)

tumeurs secondaires de la première variété, et caractérisé par les fibres homogènes, formant des mailles remplies d'ostéoblastes.

Dans la troisième période, se montre le tissu osseux jeune: les bandelettes osseuses ont deux zones de coloration, sont tapissées sur leurs bords de cellules formatrices, et renferment de nombreux ostéoblastes en voie d'inclusion dans la substance fondamentale. Or, ce tissu est aussi très-répandu, particulièrement dans les tumeurs secondaires de la deuxième variété. Les tumeurs secondaires de la troisième variété montrent toutes les autres périodes de l'ossification. En bien des points, le développement est achevé; il n'est pas rare de rencontrer des canalicules de Havers avec des ébauches de systèmes lamellaires, tout à fait comparables à ceux des grosses trabécules du tissu spongieux.

Entre notre tissu pathologique et celui d'une membrane fibreuse envahie par l'ossification normale, il y a donc de très-grandes analogies, qui permettent de les rapprocher, au même titre qu'on rapproche par exemple l'epithéliôma du tissu épithélial normal. Une différence existe cependant; celle d'ailleurs qui sépare tous les tissus néoplasiques des tissus normaux, auxquels ils correspondent : dans leur développement, les tissus néoplasiques subissent des déviations qu'on n'observe pas dans le développement des tissus normaux.

Dans la membrane d'ossification de la voûte crânienne, toutes les périodes se succèdent avec une grande régularité, et restent, par rapport les unes aux autres, dans des proportions constantes. La marche de l'ossification pathologique que nous avons étudiée dans nos productions morbides, diffère en un point : Le tissu pathologique peut s'arrêter à l'une quelconque de ces périodes, s'immobiliser en quelque sorte dans le type qui la représente, et, au lieu de passer à une période plus élevée, reproduire continuellement ce même type osseux. Ainsi s'explique le développement, en quelques points énormes, du tissu fibrillaire, les proportions souvent démesurées de certaines travicules uniquement composées de jeune tissu osseux, et

surtout la profusion avec laquelle sont partout répandus les ostéoblastes.

On pourrait donc, en se conformant aux règles de la classification et de la nomenclature des tissus néoplasiques, donner à notre tumeur cette dénomination : ostéôme généralisé, reproduisant le type de l'ossification dans le tissu lamineux. Mais, outre qu'elle aurait l'inconvénient d'être longue et complexe, une autre considération doit nous faire écarter une telle dénomination. Il y a dans ce tissu pathologique un élément plus caractéristique peut-être que le tissu osseux lui-même : c'est l'ostéoblaste de Gegenbaur. Partout où se produit de l'os, l'ostéoblaste intervient ; de plus, il existe en bien des points où le tissu osseux n'a point encore paru. C'est donc cet élément anatomique qui porte en lui la caractéristique la plus fondamentale de toutes nos productions morbides, à savoir une extraordinaire tendance à produire du tissu osseux.

Voilà pourquoi la meilleure dénomination qui convienne à une pareille tumeur me paraît être celle de *tumeur à ostéoblastes.*

A ce nom je trouve un autre avantage. Il rapproche cette tumeur d'autres néoplasmes, ceux à médullocelles et à myéloplaxes. Ainsi se trouve en quelque sorte complétée une famille très-naturelle de produits néoplasiques, dus tous à l'hypergenèse des éléments cellulaires spéciaux du système osseux. Sans doute, tous n'ont point les mêmes caractères au point de vue anatomique, ni surtout au point de vue clinique. Les tumeurs à myéloplaxes sont locales et bénignes : la tumeur à ostéoblastes, au moïns d'après le fait que nous avons observé, serait beaucoup plus grave, funeste même à l'égal du cancer. Mais il en est ainsi dans la plupart des autres familles des néoplasmes : les tumeurs du tissu lamineux ou du tissu épithélial n'ont pas toutes la même évolution, les mêmes caractères anatomiques, ni la même gravité. D'ailleurs, les différences de l'état pathologique s'expliquent ici par des différences de l'état physiologique.

Tous ces éléments cellulaires spéciaux du système osseux

n'ont ni la même fonction, ni la même activité. Les ostéoblastes appartiennent aux périodes embryonnaires du tissu osseux; ils président au développement de ce tissu, et se multiplient eux-mêmes avec une extrême activité. On sent avec quelle profusion, supérieure sans doute aux besoins de l'ossification, ils sont répandus autour des jeunes trabécules osseuses.

Cette activité qu'ils possèdent à l'état physiologique, ces éléments la transportent à l'état pathologique; de là, l'accroissement rapide de la tumeur primitive, la production des tumeurs secondaires, et finalement la cachexie fatale qu'engendre tout néoplasme capable d'un tel accroissement local et d'une telle généralisation.

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE XIV

Fig. 1. Coupe à travers une tumeur secondaire de la première variété. — A. Bandelette osseuse avec ostéoplastes caractéristiques. — B. Trabécules homogènes coupées perpendiculairement à leur direction et entourées de cellules d'aspect épithélial, ou ostéoblastes. — C. Tissu lamineux à l'état de corps fibro-plastiques. Ostéoblastes disséminés dans ce tissu. — D. Trabécules homogènes suivant leur direction.

Fig. 2. — A. Diverses formes d'ostéoblastes. — B. Ostéoblastes en voie de segmentation.

Fig. 3. — Ostéoblastes dans le tissu lamineux, disséminés.

Fig. 4. — Ostéoblastes et tissu à trabécules homogènes. — Grosses trabécules. — Nombreux ostéoblastes. — Leurs rapports.

PLANCHE XV

Fig. 1. — Tissu formant la majeure partie des tumeurs secondaires de la deuxième variété. — A. Aréole contenant du tissu lamineux à l'état de corps fibro-plastique. — B. Ostéoblastes formant un revêtement d'apparence épithéliale en quelques points très-réguliers. — C. Substance osseuse de formation récente, colorée en rose. — D. Substance osseuse de formation plus ancienne, au centre de la trabécule. Extrémité d'une bandelette osseuse en voie de développement dans la voûte du crâne. Embryon de chat.

Fig. 2. — A. Tissu lamineux à l'état fibrillaire. — B. Trabécules homogènes se continuant avec le tissu précédent et avec le tissu osseux, et formant des aréoles remplies d'ostéoblastes. — C. Substance osseuse de formation récente. Ostéoblastes récemment inclus se transformant en cellules osseuses. — D. Substance osseuse plus ancienne. Ostéopalstes à prolongements fins et ramifiés.

DES

PROPRIÉTÉS CHIMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES

DU

SUC GASTRIQUE

CHEZ L'HOMME ET LES ANIMAUX

Par Charles RICHET
Licencié ès sciences naturelles,
Docteur en médecine,
Ancien interne lauréat des hôpitaux de Paris.

PLANCHE XVI.

INTRODUCTION HISTORIQUE

De tout temps, les hommes adonnés à l'étude des phénomènes de la vie ont admis que les aliments introduits dans l'estomac y subissent des modifications chimiques particulières, permettant à ces aliments de devenir aptes à la nutrition. Mais, pour arriver aux notions assez précises que nous possédons aujourd'hui, de longs tâtonnements et de pénibles efforts ont été nécessaires.

L'insuffisance des notions anatomiques et le défaut absolu d'une méthode expérimentale rigoureuse, expliquent comment les théories des anciens, d'Hippocrate, de Galien et de Celse ne méritent pas d'être mentionnées.

Il est inutile aussi de parler des idées de Van Helmont (1) et de Willis (2), qui, essayant de conformer les faits à leurs théories, rattachaient les phénomènes digestifs à des phénomènes de fermentation.

Les premières observations utiles furent faites par les membres de l'*Accademia del Cimento*, qui, en 1667, purent, par l'expérimentation directe sur les oiseaux, se convaincre de la force mécanique de l'estomac (3).

(1) Cité par Haller, *Elem. physiol.*, t. VI, p. 140.
(2) *De fermentat.*, chap. v.
(3) *Saggi di naturali esperienze fatte nell' Accademia del Cimento*. 1667. — Redi.

D'autres auteurs, s'appuyant sur des faits pathologiques (1) ou sur des observations directes (2), remarquèrent ensuite qu'il se forme dans l'estomac une fermentation acide. Littre (3) avait vu, sur un chien tué brusquement, que l'estomac était plein d'un lait coagulé et acide. Floyer (4) avait trouvé que l'estomac des oiseaux carnivores et de quelques ruminants était acide. Bartholin, Viridet, Lorenzini, Peyer, Duhamel (5), avaient constaté le même fait sur les poissons, les rongeurs, les carnassiers, les oiseaux. Cependant le mot de suc gastrique n'était pas prononcé, et on ne regardait pas la sécrétion stomacale comme un des éléments essentiels de la digestion.

Le premier savant qui ait fait faire un pas décisif à la physiologie de l'estomac est Réaumur (6). Ses recherches inaugurent la méthode expérimentale, et démontrent jusqu'à l'évidence combien une expérience bien faite l'emporte sur tous les raisonnements *à priori*. Réaumur introduisait dans l'estomac d'un oiseau des tubes en métal dur, percés de trous, et renfermant des matières alimentaires. Ces substances ne pouvaient être broyées par la force mécanique du ventricule, et pourtant on les trouvait, après un séjour de quelques heures dans l'estomac, réduites en pulpe et ramollies. Réaumur en conclut que la digestion est principalement due à l'activité des sucs contenus dans l'estomac et sécrétés par lui. Il vit aussi que les matières azotées, telles que la viande, les os, etc., étaient modifiées par les sucs gastriques, tandis que les substances cellulosiques restaient intactes. Désireux de pousser plus loin l'étude de ce phénomène, il réussit à extraire, par une éponge, les sucs gastriques de quelques oiseaux; il en reconnut la nature acide,

Opusculorum pars secunda, sive experimenta circa varias res naturales, p. 102 et suiv. Leyde, 1729.

(1) Werden, *Breslau Sammlungen*. 1723.—Verheyen. Storck. Blas. cités par Haller, loc. cit., p. 141.

(2) Floyer, *Prat. nat. States of hum.*, p. 66. — Vallisneri-Vieussens. *Traité des liq. du corps hum.* 1709, p. 280.

(3) *Hist. de l'Acad.*, 1711, n° 17.

(4) Loc. cit.

(5) Cités par Haller, loc. cit., p. 141.

(6) *Mém. de l'Acad. des sciences*, 1752, p. 226, 461.

mais ne réussit pas à faire, avec ces liquides, des digestions artificielles.

Cependant l'acidité du suc gastrique ne paraissait pas une de ses propriétés fondamentales. Haller (1) regardait l'acidité de l'estomac comme un phénomène de putréfaction. Selon lui et d'autres auteurs (2), le suc gastrique pur n'est ni acide, ni alcalin. Mélangé aux aliments, il est acide; abandonné à lui-même, il devient alcalin. Il y aurait donc une sorte de fermentation acide sous l'influence de la sécrétion stomacale. Quoique cette opinion ait été vite abandonnée, la remarque de Haller est assez importante, car il y a un certain degré de vérité dans son erreur.

Les expériences de Réaumur furent tentées sur l'homme par Stevens (3), qui, ayant rencontré un bateleur pouvant avaler et rejeter des pierres, lui fit, d'après le procédé de Réaumur, avaler et rejeter de petites sphères métalliques criblées de trous et renfermant des aliments. Après un court séjour dans l'estomac, ces aliments étaient réduits en pulpe et chymifiés.

Ce fut en 1783 que parurent les expériences fondamentales de l'abbé Spallanzani (4). Le fait capital que Spallanzani établit d'une manière irréfutable est que la digestion des aliments par le suc gastrique se fait aussi bien dans un vase de verre que dans l'estomac; que, par conséquent, la force vitale, la coction, la fermentation vitale et toutes les hypothèses semblables n'avaient aucune raison d'être. La transformation des matières alimentaires, au lieu d'être un phénomène de putréfaction, est un phénomène chimique, actif, nécessaire à la digestion. Le suc gastrique s'oppose à la putréfaction, au lieu de la provoquer, et c'est son activité propre qui transforme en chyme les matières alimentaires. Spallanzani vit aussi que le liquide actif, à l'aide duquel on peut faire des digestions artificielles, est

(1) *Elem. physiol.*, t. VI, p. 142.

(2) Boyle, *Phil. exp. util.*, p. 117. — Lister, *De humor*, p. 157.

(3) Cité par Milne Edwards, *Leçons sur la phys. et l'anat. comparées*, etc., t. V, p. 259.

(4) *Expériences sur la digestion de l'homme et de différentes espèces d'animaux*, avec des considérations par Senebier. In-8. Genève, 1873.

sécrété par l'estomac, et qu'on peut le voir sourdre des parois ventriculaires.

A partir de cette époque, les recherches sur le suc gastrique deviennent extrêmement nombreuses, et ne peuvent être rapportées ici que très-succinctement.

L'acidité du suc gastrique actif, entrevue par Carminati (1), méconnue par Spallanzani lui-même, par Montègre (2) et par leurs contemporains, ne fut définitivement constatée que par Leuret et Lassaigne (3), Tiedemann et Gmelin (4). Ces savants constatèrent que le suc gastrique doit être acide pour être actif. Ils firent aussi de très-nombreuses expériences à beaucoup d'autres points de vue.

C'est quelques années après que furent vulgarisées en Europe les fameuses expériences de W. Beaumont sur un chasseur canadien atteint de fistule gastrique (5). Beaumont étudia la digestibilité des différentes substances ; il observa avec soin les modifications physiologiques de la muqueuse stomacale, et vit qu'en dehors de la digestion, l'estomac ne sécrétait que du mucus et non un suc gastrique vraiment actif.

L'année suivante, Eberle (6) reconnut qu'en faisant infuser dans l'eau tiède, avec de l'acide chlorhydrique, la muqueuse stomacale, on obtient un véritable suc gastrique pouvant faire des digestions artificielles.

C'est à peu près vers cette époque que l'histologie, grâce à

(1) Cité par Milne Edwards, *Lec. sur l'anat*, t. VII, p. 16.

(2) *Expér. sur la digestion dans l'homme.* Paris, 1814. Ce physiologiste avait la faculté de faire revenir dans la bouche les aliments introduits dans l'estomac. On a donné à cette singulière faculté le nom de mérycisme (rumination), et aux individus qui la possédaient le nom de mérycoles. La science en a un certain nombre d'exemples. — Fabrice d'Acquapendente, *De varietate ventriculi.* — Peyer, *Merycologia.* Bâle, 1685. — Sennert, *Medic. prat.*, liv. III, p. 1. — Pipelet, *De vomituum diversis speciebus*, 1786. — Roubieu, *Ann. de la Soc. méd. de Montpellier*, 1808, p. 283. — Decasse, *Froriep's Notizen*, t. XLVII, p. 95. — Elliotson, *ibid.*, t. XLV, p. 337. — Heiling, *Ueber das Wiederkauen bei Menschen.* Nuremberg, 1823. — Cambay, *Sur le mérycisme et la digestibilité des aliments. Th. inaugur.* Paris, 1830. — Vincent, *Comptes rendus de l'Institut*, t. XXXVII, 4 juillet 1853.

(3) *Recherches sur la digestion*, 1825.

(4) *Rech. exp. sur la digest.*, trad. franç. par Jourdan, t. I.

(5) *Exper. and observ., on the gastric juice.* Plattsburg, 1833.

(6) *Physiologie der Verdauung.* Würtzbourg, 1834. p. 80 et suiv.

l'emploi des microscopes perfectionnés, commença à faire des progrès considérables. On découvrit que dans l'estomac il y avait des glandes en tubes et en grappes, plus ou moins analogues à celles de l'intestin, et que par conséquent la sécrétion du suc gastrique était une sécrétion glandulaire (1).

Ce fut Schwann qui le premier découvrit la pepsine (2), sans pouvoir l'isoler complétement, comme Wasmann le fit quelque temps après (3).

Un grand progrès fut réalisé, au point de vue des procédés expérimentaux, par Blondlot (4), qui imagina les fistules gastriques artificielles (5). Désormais on put se procurer facilement du suc gastrique pur; c'est évidemment le plus grand progrès que la physiologie de l'estomac ait fait depuis Spallanzani (6).

En effet, à partir de ce moment, les expériences se multiplièrent. L'étude des pepsines et de leurs modifications, des diverses réactions chimiques propres au suc gastrique et aux aliments digérés, l'analyse des propriétés physiologiques de la muqueuse stomacale, firent l'objet de recherches exactes ; et c'est la masse de ces faits qui constitue la science d'aujourd'hui. En faisant l'histoire détaillée du suc gastrique, les diverses indications bibliographiques trouveront leur place naturelle.

En résumé, Réaumur a démontré que la digestion stomacale était un phénomène chimique; Spallanzani a recueilli du suc

(1) Sprott Boyd, *Edinb. med. and Surg. Journ.*, t. XLVI, 1836, p. 382. — Bischoff, *Müller's Archiv.*, 1838. — Wasmann, *De digestione nonnulla*. Berlin, 1839. — Krause, *Müller's Archiv.*, 1839, p. CXX. — Thomson, Frerichs, etc.

(2) *Ueber das Wesen des Verdauungsprocesses. Müller's Archiv.*, 1836, p. 90.

(3) Loc. cit., 1839.

(4) *Traité analytique de la digestion*, 1843. En même temps que Blondlot, un médecin russe, Bassow, proposait la même méthode. (*Voie artificielle dans l'estomac des animaux. Bull. de la Soc. des natur. de Moscou*, 1843, t. XVI, p. 315.) Mais les expériences de Bassow eurent peu de succès et restèrent tout à fait inconnues. C'est donc à Blondlot, qui ne connaissait pas les expériences faites simultanément à Moscou, que revient tout l'honneur de la méthode des fistules gastriques artificielles.

(5) Les procédés opératoires ont été perfectionnés par Claude Bernard, *Leç. de physiol. expériment.*, 1856, t. II, p. 384.

(6) Pour l'historique de la question, consulter les *Leçons sur la physiologie, etc.*, de M. Milne Edwards, t. V, p. 250; t. VII, p. 11 et suiv.

gastrique et fait des digestions artificielles ; Beaumont a étudié la digestibilité des aliments et les modifications de la muqueuse stomacale ; Schwann et Wasmann ont découvert la pepsine ; et Blondlot a introduit la méthode des fistules gastriques artificielles.

Cette découverte termine la période historique, et inaugure la période contemporaine.

I

Morphologie et histologie des glandes de l'estomac.

A. — DES GLANDES DE L'ESTOMAC CHEZ L'HOMME.

Lorsqu'on examine la muqueuse stomacale d'un animal tué récemment, on voit que toutes ses parties ne sont pas identiques (1). La région pylorique est pâle, blanchâtre, tandis que, vers la grande courbure, et du côté du grand cul-de-sac, la muqueuse est rouge, villeuse et veloutée. Une injection artificielle montre que le sang ne se distribue pas également dans les deux régions, la partie pylorique possédant beaucoup moins de vaisseaux que la partie cardiaque : cette division de l'estomac en deux régions se retrouve chez l'homme et la plupart des mammifères, en sorte qu'on pourrait dire qu'il y a un estomac pylorique et un estomac cardiaque, lequel serait le véritable agent de la digestion.

L'analyse histologique confirme ce premier résultat. En effet, lorsqu'on examine au microscope la muqueuse stomacale, on voit qu'elle est tapissée d'une infinité de glandes, mais que ces glandes sont de deux ordres.

Les unes sont très-abondantes dans le grand cul-de-sac : ce

(1) En particulier, chez le rat. Voir Schiff, *Leçons sur la physiol. de la digestion*, t. II, p. 283.

sont les glandes gastriques ; les autres prédominent vers le pylore : ce sont les glandes muqueuses.

Les glandes muqueuses sont tubuleuses, peu ramifiées (1). Elles débouchent dans la cavité stomacale par un orifice étroit. L'épithélium cylindrique de la muqueuse se continue dans l'intérieur même de la glande. En résumé, ces glandes diffèrent à peine de celles qu'on voit dans toute l'étendue du tube intestinal.

Les glandes stomacales proprement dites ont une forme particulière qu'explique la spécificité de leur fonction ; ces glandes sont constituées par des utricules allongés, amassés en forme de grappe souvent assez complexe, et dont le cul-de-sac s'enfonce dans le tissu cellulaire sous-muqueux (2). Elles s'ouvrent par un orifice évasé en forme d'entonnoir. Leur cavité est remplie par des cellules à noyau, polygonales, à angles plus ou moins déformés, qui gonflent l'utricule qu'elles dilatent, et auxquelles elles donnent parfois l'apparence d'une bouteille à goulot allongé (3). Ces cellules ont été nommées cellules à pepsine par Frerichs (4). Elles renferment un protoplasma finement granulé avec quelques noyaux. Quand on examine du suc gastrique au microscope, on y trouve toujours une certaine quantité de ces cellules plus ou moins détruites et en voie de dissolution, de même que dans la salive on voit l'épithélium des culs-de-sac salivaires.

Plus récemment, dans un travail important, Heidenhain (5). et, après lui, Ebstein (6), se sont attachés à réfuter ces idées. D'après eux, il n'y a pas entre les glandes à pepsine et les glandes muqueuses la différence fondamentale qu'on a cru y trouver. Les glandes gastriques seraient constituées par deux va-

(1) Todd et Bowmann, t. II, 1847, p. 192. — Kölliker, *Anat. micr.*, II, 2, p. 140 et suiv. — Donders, *Med. Lanc.*, 1852 ; *oct.*, p. 218 ; *févr. avr.* 1853.

(2) Ecker, *Zeitsch. f. rationn. Mediz.*, t. II, 1852, p. 243.

(3) Kölliker, *Micr. anat.*, fig. 221, 222. — *Elém. d'histol.*, trad. franç., p. 523. — Voyez aussi les belles planches de Sappey, *Traité d'anat. descript.*, 2e édit., t. IV, p. 175.

(4) *Art. Verdauung in* Wagners, *Hand. d. physiol.*, t. III, p. 738 et suiv.

(5) *Untersuchungen ueber den Bau der Labdrüsen. Arch. fur micr. anat.* 1870.

(6) *Beitrage zur Lehre vom Bau der sog. Magenschleimdrüsen*, ibid., 1870.

riétés d'épithélium : un épithélium superficiel par rapport à la cavité de la glande, composé de cellules polyédriques, granuleuses, disposées sur un rang, et un épithélium profond (Belegzellen), appliqué directement contre la paroi glandulaire, et composé de cellules arrondies, granuleuses, fixant facilement les substances colorantes, et qui probablement sont l'état jeune des cellules superficielles (Hauptzellen). Selon les micrographes que je viens de nommer, toutes les glandes de l'estomac sont constituées sur ce type; seulement, il y a dans certaines glandes, vers le grand cul-de-sac, beaucoup de cellules bordantes : ce sont les glandes à pepsine des anciens auteurs : tandis que, vers le pylore, ce sont les cellules superficielles qui prédominent, glandes muqueuses des anciens auteurs.

Si l'opinion de Heidenhain est exacte, les glandes de l'estomac et de l'intestin seraient donc constituées sur le même type; il n'y aurait de différence que suivant le plus ou moins de développement de certaines parties de ces glandes.

Nous verrons plus loin, quand nous traiterons de la sécrétion du suc gastrique, quel est le rôle respectif de telle ou telle de ces cellules.

B. — DE LA MUQUEUSE STOMACALE DANS LA SÉRIE ANIMALE.

Au point de vue physiologique, ce qui caractérise l'estomac, c'est la sécrétion d'un liquide acide, contenant de la pepsine. L'existence d'une couche musculaire et la dilatation plus ou moins prononcée de cette poche contractile, ne jouent qu'un rôle secondaire, en sorte que l'importance de l'estomac dans les fonctions digestives est déterminée par la sécrétion du suc gastrique : aussi faudrait-il peut-être définir l'estomac par sa tunique muqueuse plus que par sa tunique musculaire, et au lieu de l'appeler une dilatation contractile et musculaire du tube digestif, ce qui permettrait de le confondre avec tous les renflements intestinaux, le définir en l'appelant une glande à liquide acide et peptique. Toutes les fois que nous trouverons

dans le tube digestif un liquide acide contenant de la pepsine, nous aurons le droit de dire que l'estomac est là, et non ailleurs. Si le liquide est alcalin, s'il ne contient pas de pepsine, ce ne sera plus, au point de vue physiologique, un véritable estomac; car, pour être définie ainsi, une dilatation quelconque du tube digestif doit sécréter du suc gastrique.

D'ailleurs, il importe de remarquer que la fonction et la structure sont corrélatives, sinon dans la disposition générale, du moins quant à la constitution fondamentale. Ainsi la forme extérieure de l'estomac, l'épaisseur relative de ses différentes couches, la structure même des tubes glandulaires, ont des variations considérables qu'il serait superflu de rapporter en détail (1). Mais ce qui reste invariable, c'est l'élément anatomique fondamental, la cellule peptique, qui donne naissance au suc gastrique. Même chez les Insectes, on a trouvé (2) des cellules peptiques analogues aux cellules peptiques de l'estomac des Vertébrés.

Chez la plupart des Vertébrés, la détermination du ventricule gastrique ne présente pas de difficultés; et quoique nous ne puissions nous étendre sur ce sujet, il convient cependant d'en dire quelques mots.

Chez les Mammifères, l'estomac est unique, comme chez l'homme; il fait suite directement à l'œsophage, et son orifice inférieur débouche dans l'intestin. Il est pourvu d'une tunique musculaire contractile et d'une tunique muqueuse richement pourvue de glandes. Chez quelques Mammifères seulement, chez les Ruminants, on pourrait croire à un estomac multiple. En effet, il existe quatre poches annexées à l'appareil digestif. Toutefois il est facile de constater que c'est la caillette qui représente l'estomac glandulaire des autres animaux. En effet, le rumen, la panse, le feuillet sont tapissés d'un épithélium pavimenteux, analogue à celui de l'œsophage, de sorte qu'au point

(1) Voy. Sappey. *Anat. descript.* 2e édit., t. IV, p. 173 et suiv., fig. 767 et suiv. Milne Edwards. *Leçons sur la phys.*, etc., t. VI, p. 286 et suiv.

(2) Sirodot, *Recherches sur les sécrétions chez les Insectes. Ann. des sc. natur.* 1848, t. X, p. 183.

de vue physiologique, ce sont des dilatations œsophagiennes, et non un estomac peptique, sécrétant le suc gastrique. Il importe en effet de faire remarquer que l'estomac, placé entre l'œsophage et l'intestin, doit être considéré, non comme un terminaison de l'œsophage, mais comme le début de l'intestin. Toutes les considérations embryogéniques, histologiques et physiologiques, viennent à l'appui de cette importante distinction. L'œsophage se développe aux dépens du feuillet externe, tandis que l'estomac naît du feuillet interne du blastoderme, comme l'intestin. L'œsophage est tapissé d'un épithélium pavimenteux, tandis que l'estomac possède un épithélium cylindrique, comme l'intestin. L'œsophage ne peut ni absorber ni sécréter, tandis que l'estomac et l'intestin absorbent avec la plus grande facilité, et ont des fonctions sécrétoires de la plus grande importance. Chez les Ruminants, la caillette seule sécrète le suc gastrique : le rumen, la panse et le feuillet ne sont que des dilatations œsophagiennes. Ces trois poches sont tapissées de papilles, tandis que la caillette est lisse. C'est un caractère assez important, parce que, dès le premier examen, on peut pressentir que les dilatations tapissées de papilles sont munies d'un épithélium pavimenteux, et par conséquent appartiennent physiologiquement à l'œsophage, non à l'estomac.

Chez quelques autres Mammifères, l'estomac est aussi multiloculaire (Cétacés, Pachydermes) ; il semble qu'il y ait encore plusieurs estomacs musculaires, et un seul estomac peptique : mais ce point d'anatomie physiologique exigerait peut-être des recherches nouvelles. Chez les singes semnopithèques, il est aussi divisé en trois poches. Chez certains Marsupiaux, il est garni de longs appendices en forme de cæcums, qu'on retrouve aussi chez les Cheiroptères suceurs.

Chez les Rongeurs, ainsi que nous l'avons vu précédemment, l'estomac est divisé en deux régions : une région pylorique, muqueuse, et une région cardiaque, glandulaire. Cette disposition, manifeste chez les rats, se voit encore plus nettement chez le Hamster, chez l'Hélamys : chez le Kanguroo, on a noté une disposition analogue. En somme, cette division de l'estomac

en deux régions est d'une assez grande importance. Elle nous démontre que l'estomac a deux fonctions : une fonction masticatrice, pour ainsi dire, à laquelle président des muscles et des papilles cornées ou épaisses ; et une fonction chymifiante, pour laquelle des glandes gastriques sont nécessaires.

Cet appareil glandulaire, au lieu d'être disséminé, est quelquefois réuni en un point, de manière à constituer une glande plus ou moins lobuleuse. Cette disposition s'observe sur le Castor, sur le Phascolome, sur le Pangolin, sur le Dauphin et le Manatus Australis (1).

Ce que nous venons de dire des Mammifères s'appliquera peut-être encore mieux à l'appareil digestif des Oiseaux. En effet, on trouve chez les oiseaux une dilatation œsophagienne (jabot), une poche très-musculaire à papilles cornées et épaisses (gésier), et un estomac pepsique (ventricule succenturié). Chez certains Oiseaux, la localisation des glandes pepsiques, en un point déterminé de la muqueuse stomacale, est poussée très-loin. Ainsi, chez l'Autruche et le Nandou, les glandes gastriques sont réunies en une région de la muqueuse qui est renflée en ce point, et criblée d'une multitude d'orifices. Souvent même le liquide sécrété vient déboucher dans un canal central, situé dans l'axe des glandes, et qui vient s'ouvrir dans l'estomac. Cette localisation de la fonction sécrétoire est intéressante : elle nous permet de comparer l'appareil glandulaire de l'estomac aux glandes salivaires, au pancréas, au foie, dont les produits de sécrétion débouchent par des canaux propres dans le tube digestif. D'après Jobert (2), le gésier de certains Oiseaux (Autruche, Flamant), n'est pas exclusivement un organe triturateur, il renferme des glandes qui sécrètent un liquide acide, lequel contribuerait à la digestion.

Chez les Reptiles et les Batraciens, la muqueuse stomacale n'offre rien de remarquable : elle a été étudiée avec soin par

(1) Pour plus de détails sur la morphologie de l'estomac, voir Milne Edwards, *Leçons sur la physiologie*, etc., t. VI, p. 309 et suiv. — Gegenbaur, *Anat. comparée*, trad. franç., p. 750 et suiv. — Leydig, *Histol. comparée*, trad. franç., p. 355.

(2) *Comptes rendus de l'Ac. des sciences. Juillet* 1873.

plusieurs auteurs, qui y ont bien vu une forme spéciale de cellules glandulaires qu'on appelle les cellules caliciformes. Chez les larves des Grenouilles et des Crapauds, la muqueuse stomacale est tapissée de cils vibratiles, et il est très-probable que les cellules caliciformes ne représentent qu'une forme spéciale de cellules épithéliales cylindriques et vibratiles (1). Chez le Protée (2), le tube digestif est rectiligne, et il n'y a pas de dilatation stomacale.

Chez les Poissons, l'estomac est en général peu distinct de l'œsophage, et ce fait contraste d'une manière assez singulière avec l'activité extrême des sucs stomacaux. Souvent on ne peut distinguer l'estomac de l'œsophage que par l'aspect de la muqueuse, qui se charge de glandes et se dépouille de l'épithélium lamelleux, pour prendre un épithélium cylindrique. Chez certains Poissons, des sortes de cæcums ou d'appendices viennent déboucher près du pylore. On les a appelés appendices pyloriques. Ils semblent abondamment pourvus de glandes, et il ne faut guère les considérer autrement que comme des diverticules de l'estomac. Dans quelques espèces de Poissons cartilagineux, les glandes gastriques sont disposées par rangées, formant des stries longitudinales qui font saillie sur la tunique muqueuse non glandulaire de l'estomac (3). D'après Leydig (4), tous les poissons ne sont pas pourvus d'un appareil glandulaire stomacal. Certains Cyclos-

(1) Pouchet et Tourneux, *Précis d'histologie*, p. 185.

(2) Tout récemment, Swiecicki (*Archives de Pflüger*, t. XIII, p. 444. *Uber die Bildung und Ausscheidung des Pepsins bei den Batrachiern*) a fait quelques expériences, en très-petit nombre peut-être, desquelles il conclut que l'œsophage des grenouilles contient plus de pepsine que l'estomac; que, dans l'état de jeûne, l'estomac et l'œsophage n'ont pas de pepsine, ou, du moins, très-peu de pepsine; et que la sécrétion acide est due aux cellules bordantes (Belegzellen) de l'estomac.

(3) Chez le *Cyprinus tinca* et le *Cyprinus carpio*, Luchau a vu aussi (*Centralbl. f. d. med Wiss.* 1877, n° 28) que les voies biliaires arrivent au bas de l'œsophage, et que l'estomac proprement dit ne contient pas de glandes pepsiques. D'après Biedermann (*Untersuchungen ueber das Magenepithel. Sitzb. der Wiener Ac. der Wissensch.* 1875, p. 377), chez les Cyprins, il n'y aurait pas d'épithélium cylindrique proprement dit, mais une cuticule comme dans l'intestin, avec des cellules caliciformes disséminées au-dessous de cette cuticule.

(4) *Histol. comp., trad. franç.*, p. 377.

tomes, les *Petromyzon fluviatilis*, *Myxine* et *Cobitis fossilis* en seraient dépourvus (1). Il est probable qu'il en est de même chez l'Amphioxus, dont le canal digestif tout entier est tapissé de cils vibratiles. Evidemment il y aurait un grand intérêt à vérifier ces points, et à constater si, malgré l'absence de glandes stomacales, il y a une digestion gastrique (2).

(1) Voyez Edinger (*Uber die Schleimhaut des Fischdarmes. Arch. f. microsc. Anat.* 1876, t. XIII, p. 651). Il considère les appendices pyloriques comme des glandes, et confirme l'opinion de Leydig sur l'absence de glandes stomacales chez les Petromyzon : pour lui, les tractus longitudinaux du tube digestif de ces Vertébrés inférieurs, sont l'équivalent morphologique des glandes stomacales.

(2) Je ne puis entrer dans de plus longs détails au sujet de la structure de la muqueuse stomacale chez les divers Vertébrés; mais voici les ouvrages récents où on trouvera quelques indications sur ce sujet intéressant :

Bentkowsky, *Sur l'histologie de la muqueuse stomacale et duodénale, Medic. Zeitung,* 1876, nos 14, 15, 17, 18 (en polonais). Analysé dans *le Jahresbericht ueber Anat. u. Phys. de Hoffmann et Schwalbe, pour* 1876, I, p. 301.—Bentkowsky confirme l'opinion de Heidenhain, et trouve sous les cellules à épithélium cylindrique qui revêtent l'orifice des glandes à pepsine une couche de cellules secondaires (chez le Chien, chez le Porc).

Brümmer, *Anatomische und histologische Untersuchungen ueber den zusammengesetzten Magen verschiedener Saugethiere. Deutsche Zeitschrift für Thiermedicin,* t. II, p. 158 et 299, 1876.

Wolffhügel, *Ueber die Magenschleimhaut neugeborner Saugethiere. Zeitsch. f. Biolog.* 1876, t. XII, p. 217.— La secrétion de la pepsine est postérieure à la secrétion d'un suc gastrique acide.

Frolowsky, *Anatomie du tube digestif chez les nouveau-nés.* Saint-Pétersbourg. 1876 (en russe). Analysé dans le *Jahresbericht de Hoffmann et Schwalbe* de 1876, t. I, p. 305, — Il étudie les dimensions relatives de l'estomac et du tube digestif chez les embryons, les fœtus et les nouveau-nés.

Ricci, *Intorno alla speciale forma e struttura dello stomaco di alcuni pesci Comptes rendus de l'Acad. des sciences phys. et math. de Naples.* 1875. — Il décri, l'estomac du Mugil et du Scombre comme divisé en deux parties : une région supérieure glanduleuse, une région inférieure très-musculeuse, et sans glandes gastriques. Cette particularité se retrouve chez le Saumon, le Squale et l'Heterotis.

George, *De la structure de l'estomac chez l'Hyrax capensis. Comptes rendus de l'Ac..des sciences,* t. LXXVII, 1873, p. 1554.

Jobert, *Recherches pour servir à l'histoire de la digestion chez les oiseaux,* ibid. t. LXXVII, 1873, p. 133.

Loven, *Des lymphatiques de la muqueuse stomacale. Nord. med..Arch.,* t. V, 1873, no 25 (en suédois). Analysé dans le *Jahresbericht de Hoffmann et Schwalbe* p. 1873, I, p. 187.

Langerhans, *Ueber Petromyzon Planeri,* ibid., p. 191. — Il n'a pas trouvé de glandes gastriques chez le *Petromyzon.*

Wilke, *Untersuchungen ueber den Magen der wiederkauenden Hausthiere.* Berlint, 1872.

Watney, *Zur Kenntniss der feineren Anatomie des Darmcanals. Centralblatt, f. d.*

L'étude de la digestion stomacale offre quelques particularités intéressantes dans la classe des poissons. En effet, chez ces Vertébrés, l'appareil digestif présente des dispositions spéciales sur lesquelles les auteurs d'anatomie comparée n'ont peut-être pas suffisamment appelé l'attention (1).

Si on regarde l'appareil digestif d'un poisson cartilagineux, d'un Squale, de la Grande Roussette (*Scyllium catulus*) ou d'un poisson osseux, par exemple du Brochet, on voit que, chez ces deux carnivores, il y a deux parties plus ou moins larges, séparées par un intervalle extrêmement étroit, une sorte de pertuis qui contraste par sa ténuité avec les grandes dimensions des parties supérieures et inférieures. Ce pertuis n'est autre que le pylore; ce n'est ni l'estomac, ni l'intestin, et je proposerais de l'appeler canal, ou mieux *détroit pylorique*. La longueur de ce canal est variable selon la taille et l'espèce; mais ce n'est pas un simple resserrement annulaire, c'est presque toujours un canal présentant une certaine étendue: dans beaucoup d'espèces, on retrouve ce rétrécissement post-stomacal, sans qu'il semble se trouver plus spécialement dans tel ou tel groupe de la classe des Poissons. On peut le constater chez la Morue, le Congre, la Baudroie, etc. Chez ce dernier Poisson, il est très-facile à étudier, à cause des dimensions énormes des parois musculeuses de l'estomac. Si on injecte par l'œsophage, lequel est extrêmement large, un liquide quelconque dans l'estomac de la Baudroie, en liant l'œsophage sur la canule, il faut une très-grande force pour faire passer une seule goutte de liquide par le détroit pylorique; il en est de même, quoique à un moindre degré, pour l'estomac du Brochet, du Congre, de la Roussette, etc.

Chez la Baudroie, on peut dire approximativement que le diamètre de ce canal est moindre que le cinquantième du diamètre transversal de l'estomac.

Med. Wiss. 1874, p. 753.— Sous l'épithélium stomacal (chez le Chien) existent de petites cellules arrondies, intermédiaires entre les corpuscules lymphatiques et l'épithélium.

(1) On trouvera néanmoins des planches très-exactes dans Home. *Lectures on comparative anatomy*, planche 98. Voyez la planche placée à la fin de ce travail, et représentant l'estomac du Brochet. (figures 1 et 2.)

Les parois du détroit pylorique sont musculeuses, et se contractent avec force. Sur un Congre vivant, ayant mis à nu cette partie du tube digestif, je provoquai, par l'excitation directe, une contraction de ses muscles, qui prirent alors une rigidité absolue (comme un morceau de bois); par la section, aucune goutte de liquide ne s'échappait de l'estomac, et l'orifice restait absolument resserré. En particulier chez le Congre, l'estomac est très-petit; mais un énorme cœcum, très-musculeux et riche en glandes, se trouve annexé à l'estomac, et descend en droite ligne jusque vers l'anus. Ce n'est probablement pas l'homologue des cœcums pyloriques qu'on a décrits chez divers animaux, et je proposerais de l'appeler *cæcum stomacal*. L'estomac de l'Anguille a une forme identique.

Ainsi donc, chez les Poissons carnivores, tous extrêmement voraces, et digérant des proies énormes non mâchées, l'estomac est séparé de l'intestin par un rétrécissement très-serré, ou détroit pylorique, garni de fibres musculeuses énergiques, se contractant pendant la digestion, et ne permettant pas le passage dans l'intestin des matières non chymifiées.

De là, chez les Poissons, l'importance considérable de la digestion stomacale, surtout si on songe que, pour ces animaux, dont la plupart sont carnivores, l'alimentation se compose presque exclusivement de matières albuminoïdes avec une quantité faible de graisse, et une quantité plus faible encore de matières amylacées et sucrées. Il faut donc que, dans l'estomac, les proies ingérées soient réduites en pulpe et en bouillie liquides, sinon le passage par le détroit pylorique est complétement impossible. D'autres considérations anatomiques viennent à l'appui de cette opinion, puisque le pancréas, très-petit chez les Plagiostomes, est disséminé et très-réduit (tubes de Weber et de Legouis) chez les Poissons osseux et que le canal intestinal est très-court en général (1).

Si déjà on a quelque difficulté à déterminer l'existence de

(1) Voyez pour l'appareil glandulaire stomacal de la Baudroie la planche placée à la fin (figures 3 et 4).

l'appareil glandulaire stomacal des derniers Poissons, cette difficulté est bien plus grande encore quand il s'agit de trouver cet appareil chez les Invertébrés. En effet, le nombre et la variété de ces animaux sont tels qu'ils épuisent, sans la lasser, la patience des observateurs ; aussi bien peu de recherches ont-elles été faites à l'effet de déterminer d'une manière certaine les caractères spéciaux du ventricule gastrique.

Chez les animaux tout à fait inférieurs, comme les Infusoires, il n'y a pas de canal digestif préformé : il n'est donc pas étonnant que les glandes gastriques manquent. Il est probable que la digestion dans ces conditions est des plus imparfaites, et consiste surtout dans l'absorption des substances plus ou moins aptes à la nutrition, dont sont imprégnées les matières alimentaires qui nourrissent ces petits êtres.

On ne peut pas non plus attribuer un estomac véritable aux Cœlentérés, dont la cavité gastrique est à la fois un organe respiratoire et circulatoire. Cependant la digestion des aliments semble s'y opérer. Peut-être cette action est-elle due aux cellules brunâtres (hépatiques) qui tapissent quelques parties des parois cavitaires. Peut-être est-elle due aussi à l'action d'appendices glandulaires particuliers qu'on a signalés chez quelques Médusaires (1), et qui auraient, paraît-il, une influence analogue à la pepsine (2).

Chez les Échinodermes, des glandes assez nombreuses sont annexées au tube digestif; mais on ne saurait dire encore précisément quelles sont ces glandes, salivaires, hépatiques ou gastriques. Chez les Holothuries, l'estomac est rempli d'un liquide jaunâtre; mais, selon Milne-Edwards (3), on ne connaît pas bien les glandes qui l'ont sécrété. Chez les Astéries, l'estomac est garni d'appendices qui paraissent être des organes sécréteurs.

Chez les Ascidies, l'estomac contient aussi quelquefois une

(1) Milne Edwards, *Leç. sur la phys.*, t. V, p. 302 et suiv.

(2) Fritz Müller, *Die Magenfäden der Quallen. Zeitsch. für wissens. Zool.*, 1858, t. IX, p. 542.

(3) Loc. cit., p. 314.

glande brunâtre qui paraît être une sorte d'organe hépatique.

D'après M. Balbiani (1), on pourrait, sur des larves d'Ascidies âgées de neuf à dix jours, voir le mécanisme de la sécrétion glandulaire dans un appendice de l'estomac. L'estomac est formé par un amas de cellules dont le centre se résorbe et qui devient une cavité; sur un des points de la paroi se forme une ampoule qui, par la résorption de ses cellules, devient un canal ouvert, tapissé de cellules. Cette ampoule, qui représenterait une glande gastrique, émet de temps à autre des cellules granuleuses qui se confondent en une masse granuleuse, laquelle sort de l'appendice stomacal. Les cellules épithéliales vibratiles mettent cette masse en mouvement, et la poussent dans l'estomac, où elle va se confondre.

Chez les Vers, les appareils glandulaires annexés au tube digestif sont souvent assez nombreux. Mais les déterminations physiologiques ou même histologiques sur la nature de ces organes sont assez peu précises. En général, les glandes sont unicellulaires et tapissent les parois intestinales ou stomacales. Souvent (Trématodes, Nématoïdes) il existe des glandes en grappe dont le conduit arrive près de la bouche, et qu'on a appelées glandes salivaires. La surface interne du tube digestif est garnie de cils vibratiles (Annélides, Rotateurs). Quelquefois on trouve des cellules sécrétoires (probablement hépatiques) le long des parois stomacales, par exemple chez les Hirudinées. Selon Leydig, les poches stomacales des Sangsues ne sont pas glandulaires, mais adipeuses. Cette opinion, trop exclusive, ne semble pas exacte, et il est probable que le foie est disséminé dans les parois du tube digestif, et que c'est la bile qui peut digérer le sang avalé par les sangsues. Il en paraît être de même chez les Trématodes, et en général chez tous les animaux possédant un appareil dit gastro-vasculaire (2).

En somme, pour tous ces êtres, la détermination de glandes

(1) *Soc. micrograph. de Paris*, 19 nov. 1866. *Journal de l'Anatomie*, 1868, t. V, p. 210.

(2) Voir, pour plus de détails, Milne Edwards, *Leç. sur la physiol.*, t. V, p. 415 et suiv.

sécrétant un liquide peptique a été jusqu'ici regardée comme impossible.

Pour ce qui concerne les Mollusques et les Insectes, nous avons des notions qu'on serait tenté, au premier abord, de regarder comme assez complètes. Cependant, quand on examine la question de plus près, on est étonné de voir à quel point il est difficile de trouver, chez ces Invertébrés, un organe stomacal produisant une sécrétion analogue à la sécrétion acide et pepsique des Vertébrés. Un examen attentif du tube digestif de ces animaux prouvera la vérité de cette proposition. Nous examinerons successivement l'estomac des Acéphales, des Gastéropodes et des Céphalopodes.

Chez les Acéphales, l'entrée du canal alimentaire est garnie de tentacules labiaux dont la surface est hérissée de cils vibratiles. L'œsophage est court, et conduit dans une poche plus ou moins dilatée qu'on appelle communément estomac. Cet estomac renferme un corps styliforme, cartilagineux, qui paraît destiné à jouer le rôle d'un appareil dentaire. En tout cas, il ne contient pas de glandes, et ses parois sont revêtues d'une couche cuticulaire.

Pour nous rendre un compte exact de la nature de cette couche cuticulaire, nous n'avons qu'à nous rappeler ce qu'on voit sur la muqueuse intestinale des Vertébrés. Les cellules cylindriques, rangées à côté les unes des autres, sont surmontées d'une sorte de plateau qui paraît leur être adhérent, et qui n'est en somme que l'épaississement de la paroi cellulaire qui regarde la cavité digestive. Que si nous supposons cette paroi épaissie se soudant par ses bords à la paroi homologue des cellules voisines, nous aurons une membrane plus ou moins épaisse, qui, si elle perd la trace de son organisation primitive, apparaîtra comme une membrane homogène, que les réactifs montreront plus ou moins striée, et qui ira recouvrir les parois épithéliale, musculeuse, et lamineuse de l'œsophage et de l'estomac.

Or, chez les Acéphales, comme chez tous les Mollusques, cette paroi cuticulaire tapisse tout le tube digestif, et c'est elle

qui donne naissance aux prolongements styliformes qu'on voit dans l'estomac. Il n'y a chez ces animaux ni glandes salivaires ni glandes gastriques. Le premier organe de sécrétion semble être, le foie dont les conduits viennent déboucher dans l'estomac. Il est donc manifeste qu'il n'y a pas d'estomac pepsique. Immédiatement au-dessous de l'appareil masticateur, le tube digestif reçoit les produits biliaires. Or, chez les Vertébrés, c'est entre l'appareil masticateur et l'orifice des conduits hépatiques que se trouve placé l'estomac. Le mélange de la bile, fortement alcaline, avec le suc gastrique acide rend inadmissible l'existence d'un estomac pepsique, dans lequel la bile viendrait affluer; et, comme au-dessus de l'appareil biliaire il n'y a qu'un estomac masticateur, revêtu d'une cuticule et dépourvu de glandes, on est amené forcément à conclure que, chez les Acéphales, l'estomac véritable, c'est-à-dire sécrétant le suc gastrique, n'existe pas.

Chez les Gastéropodes, l'appareil masticateur interne est aussi très-développé. Le tube digestif se renfle en plusieurs points, pour former une sorte de jabot ou de gésier et un certain nombre de dilatations stomacales, qui sont plus ou moins musculeuses, mais où l'on ne voit jamais de glandes. Comme pour les Acéphales, il faut attribuer les formations calcaires (carbonate de chaux) qui tapissent l'estomac à des épaississements de la cuticule. Ces concrétions calcaires prennent toutes les formes; elles acquièrent quelquefois un très-grand développement, par exemple chez les Aplysies. Parfois, dans les premières voies digestives, la cuticule manque; mais on ne trouve pas pour cela d'épithélium glandulaire (1). L'épithélium est tantôt cylindrique, tantôt vibratile, même chez des espèces voisines. Leydig (2) a montré que, chez la Paludine vivipare, la plus grande partie de l'estomac et de l'œsophage est garnie de cellules à cils vibratiles, mais que, par places, la cuticule de ces cellules s'est épaissie, et a fini par produire de véritables membranes

(1) Voyez, dans la planche placée à la fin, la figure 5, qui représente l'estomac de l'Helix. Il n'y a pas d'appareil glandulaire stomacal.

(2) *Zeitsch. f. wiss. Zool.*, t. II, p. 162.

cartilagineuses. Le fait est intéressant, car il nous montre le rapport qui existe entre la cuticule interne, l'épithélium vibratile et les plaques calcaires qui revêtent l'œsophage et l'estomac (intestin antérieur) des Mollusques.

Cependant, chez les Gastéropodes, on trouve un appareil sécréteur qui, par son volume et sa constance chez les divers genres, semble avoir une certaine importance. On le décrit toujours sous le nom de glandes salivaires. Cet appareil est toujours pair et symétrique, et il existe tantôt une, tantôt deux paires de glandes salivaires. Ces glandes semblent constituées par des cellules sécrétoires assez volumineuses, qui tantôt sont closes, tantôt, au contraire, disposées de telle sorte que la paroi cellulaire forme un canal excréteur. Le canal excréteur, plus gros, qui reçoit le produit de sécrétion de toutes ces cellules est tapissé de cils vibratiles.

Au point de vue physiologique, on a pu démontrer que ces glandes sécrétaient un liquide acide, contenant même de l'acide sulfurique libre (1). S'il en était ainsi, aurait-on le droit de les appeler glandes salivaires? la sécrétion d'un liquide acide ne paraît-elle pas caractériser l'estomac ? Et puisque la salive est alcaline chez les Vertébrés, une glande acide peut-elle être appelée glande salivaire? Remarquons en outre que les cellules sécrétoires semblent closes, au moins chez certaines espèces, et qu'il y a une analogie remarquable entre leur forme et celle des cellules pepsiques de l'estomac des vertébrés (2). D'un autre côté, leur canal excréteur se termine dans la cavité buccale. On voit donc que la question est douteuse, et qu'avant de décider si ces glandes sont les homologues physiologiques des glandes salivaires ou des glandes gastriques, il y aurait peut-être lieu de faire de nouvelles recherches.

Chez les Gastéropodes pélagiques, l'estomac peut être regardé comme une dépendance du foie et du système circulatoire;

(1) Au moins chez les *Dolium, Cassis, Cassidaria, Tritonium*. — Troschel, *Berlin, Monatsb.*, 1854, p. 436. — Panceri, *Comptes rendus de l'Ac. de Naples*, 1868.

(2) Voy. la figure schématique donnée par Leydig, *Histologie comparée*, trad. franç., p. 395, fig. 188 A.

il est douteux que l'estomac rameux tapissé de cellules hépatiques soit l'homologue de l'estomac pepsique des Vertébrés. C'est bien plutôt un intestin qu'un estomac véritable.

Chez les Céphalopodes, le tube digestif se renfle en plusieurs dilatations : on trouve aussi des glandes salivaires. Au-dessous de ces estomacs musculeux et cornés, débouchent les conduits hépatiques et les produits de sécrétion d'un organe spécial, assimilé par quelques auteurs au pancréas : ici encore un appareil glandulaire stomacal fait défaut (1).

Nous voyons donc que, chez les Mollusques, si l'appareil musculeux et masticateur de l'estomac est constant et développé, l'appareil peptogène fait défaut constamment, et qu'on ne peut y trouver l'homologue physiologique de la couche muqueuse de l'estomac, qui, chez les Vertébrés, sécrète la pepsine.

Chez les Arthropodes, l'étude de la sécrétion gastrique présente des particularités intéressantes : cependant nos données sont encore assez imparfaites sur ce point.

En premier lieu, chez les Crustacés, la paroi interne des premières parties du tube digestif est tapissée d'une cuticule coriace et résistante, laquelle est, par places, absolument calcaire et hérissée de prolongements filiformes analogues aux poils unicellulaires de certains végétaux. Chez les Crustacés inférieurs il n'y a pas de renflement stomacal, tandis que les Décapodes ont un estomac nettement caractérisé dans lequel l'œsophage vient déboucher en formant un angle droit. Cet estomac, triturant et garni de chitine, est donc un estomac masticateur analogue au gésier, et non un estomac sécrétant de la pepsine. Cependant, ainsi que je le démontrerai plus loin, l'estomac de la Langouste et de l'Écrevisse possède une activité chimique notable. Il est donc assez surprenant qu'il n'existe pas de glandes à pepsine à côté de l'appareil masticateur. Ces glandes devraient se trouver dans l'estomac même, et non à côté de l'estomac, puisque, dans mes expériences, j'ai obtenu des digestions artificielles en ne prenant que l'estomac seul, à l'exclusion des

(1) Pour plus de détails, voy. Milne Edwards, loc. cit., t. V, p. 355 et suiv.

corps verts qu'on voit chez quelques Décapodes à côté de l'œsophage. D'ailleurs, M. Milne Edwards a montré que ces glandes débouchent à l'extérieur du corps par un orifice pratiqué dans le tubercule auditif (1). Il existe encore, chez certains Crustacés, des organes glandulaires, qui semblent aboutir à la cavité buccale. On a noté aussi l'existence de cæcums pyloriques, souvent très-longs, disposés par paires plus ou moins nombreuses et débouchant dans le pylore (2). Chez l'Écrevisse, ces appendices pyloriques sont remplacés par une paire de vésicules ovoïdes. Il est probable qu'il s'agit là d'organes sécréteurs; mais on n'a pas encore déterminé rigoureusement leur fonction. En tout cas, j'ai cherché longtemps à déterminer des cellules glandulaires dans l'estomac des Écrevisses, et je n'ai pu réussir à trouver sous la cuticule le moindre appareil sécréteur.

Les Arachnides sont peut-être les seuls Invertébrés chez lesquels on ait constaté avec certitude la présence d'un véritable suc gastrique, apte à opérer des digestions artificielles. En effet, les belles recherches de M. Blanchard (3) ont montré qu'un liquide acide, chez les Scorpions, arrivait dans l'estomac. Ce liquide est sécrété par une masse de tissu glandulaire, organisée comme une glande en grappe, et logée dans la région frontale. Elle donne naissance à deux conduits qui débouchent directement dans l'estomac. Avec le liquide sécrété par ces glandes, M. Blanchard a réussi à faire des digestions artificielles. Ces organes avaient été, par Newport et J. Müller, considérés comme des organes salivaires, et il est intéressant de comparer cette erreur à l'opinion générale qu'on émet sur la nature des glandes salivaires des Mollusques. Peut-être arrivera-t-on à reconnaître que ces glandes, appelées salivaires, ne sont en somme que des glandes pepsiques, pour les Mollusques comme pour les Scorpions. On trouve encore des glandes qui paraissent être les ho-

(1) *Hist. natur. des Crustacés*, t. I, p. 124, pl. 12, fig. 10.
(2) Milne Edwards, *Atlas du règne animal*, fig. 2 et 4.
(3) *Organisation du règne animal. Arachnides*, p. 61, pl. 4 et 6.

mologues des glandes gastriques du Scorpion, au moins d'après M. Blanchard; car quelques zoologistes (Kittary) en font des glandes salivaires, et d'autres en font des glandes pancréatiques. C'est chez les Galéodes que cet appareil est le plus développé. Chez les autres Araignées, l'estomac se dilate, et forme des cœcums plus ou moins nombreux, plus ou moins longs, mais qui semblent se rapprocher des formes du tube digestif qu'on voit chez les Mollusques Phlébentérés. Le foie des Aranéides s'ouvre dans l'estomac par des conduits biliaires très-larges, qui semblent de véritables cœcums gastriques.

L'appareil digestif antérieur des Insectes présente des organes de sécrétion moins développés que chez les Aranéides. Comme chez les Mollusques, il y a une cuticule interne qui devient quelquefois extrêmement résistante, comme cornée, et sert à la mastication. D'après la classification adoptée par les entomologistes (L. Dufour, Milne Edwards), cet estomac musculeux serait le gésier. Au-dessus du gésier, est une sorte de réservoir qu'on appelle le jabot. Au-dessous est un estomac glandulaire ou ventricule chylifique. Le ventricule chylifique est constant chez tous les Insectes, long chez les Insectes phytophages, au contraire court et étroit chez les Insectes suceurs. D'après Sirodot (1), la cuticule fait défaut dans le ventricule chylifique, et on y trouve des cellules ovoïdes ou sphériques, paraissant se renouveler rapidement. Sous cette couche épithéliale est une membrane transparente qui recouvre une couche musculaire. Dans l'épaisseur de cette couche musculaire sont logées des glandules, composées elles-mêmes de cellules analogues aux cellules à pepsine de l'estomac des Vertébrés. Cette disposition se voit surtout chez les Coléoptères carnassiers, et c'est évidemment l'appareil glandulaire stomacal qui se rapproche le plus de ce que l'on voit chez les animaux supérieurs. Comme chez les Vertébrés, il y a de grandes différences dans l'aspect extérieur de ces glandes; mais ces variétés dans la conformation externe sont d'une importance

(1) *Ann. des sc. natur.*, t. X, 1858. *Recherches sur les sécrétions chez les Insectes*, p. 481.

secondaire (1). Ce n'est guère que chez les Coléoptères qu'on voit une telle perfection dans la structure du tube digestif (2).

Dans le ventricule chylifique, à la partie inférieure, débouchent encore des conduits qui semblent être destinés à l'excrétion urinaire (tubes de Malpighi), et qui par conséquent n'ont aucun rapport avec les sécrétions digestives.

De tous ces faits nous devons conclure qu'il n'y a pas de glandes stomacales chez la plupart des Invertébrés, sauf chez les Insectes, qui paraissent avoir un appareil glandulaire peptique assez bien développé. Nous sommes amené à cette conclusion, à la fois par nos recherches personnelles, qui nous ont montré l'absence complète de glandes chez les Crustacés comme chez les Mollusques, et par le silence de tous les auteurs à ce sujet (3). Cependant, il ne faut pas regarder la question comme jugée, et un examen attentif de l'estomac des divers Invertébrés montrerait peut-être des cellules glandulaires. Malheureusement, cette étude n'a pas été entreprise.

II

De la constitution chimique du suc gastrique.

Le suc gastrique pur, tel qu'on peut le recueillir sur un Chien à qui on a fait une fistule, est un liquide incolore, filant, facilement filtrable, ayant peu d'odeur, et présentant une réaction franchement acide. Il ne s'altère pas facilement, et Vulpian a pu montrer aux élèves qui suivaient son cours, en 1875 (4), du suc

(1) Pour plus de détails sur les glandes peptiques du ventricule chylifique des Coléoptères, voy. Sirodot, *loc. cit.*—Ramdohr, *Abhandlung ueber den Verdauungswerkzeug der Insecten.* — Léon Dufour, *Ann. des sc. natur.*, passim.

(2) Il y a exception pour le Fourmilion. Voy. Milne Edwards, loc. cit., p. 611.

(3) Nos recherches histologiques, malheureusement trop courtes, ont été faites dans le laboratoire de M. le professeur Robin.

(4) Cours publié dans le Journal *l'École de médecine,* 1875, p. 27.

gastrique recueilli en 1863 par Longet et n'ayant pas d'altération apparente.

L'histoire chimique du suc gastrique comprend, d'une part, l'étude de l'acide libre, et d'autre part, l'étude de la pepsine.

Au premier abord, la détermination de l'acide libre dans le suc gastrique ne paraît pas avoir grande importance. En effet, Claude Bernard a montré que tous les acides agissaient de la même manière vis-à-vis de la pepsine. Selon Heidenhain, l'acide le plus actif dans les digestions artificielles serait l'acide azotique, lequel n'existe certainement pas dans le suc sécrété par l'estomac.

Toutefois c'est un problème très-intéressant, au point de vue de la nature même des sécrétions. Il est très-remarquable qu'un milieu alcalin comme le sang, donne naissance à un produit acide comme le suc gastrique. En outre, on peut se demander si c'est une sécrétion véritable, ou une sorte de fermentation, et enfin, ne fût-ce qu'au point de vue chimique pur, c'est un problème d'autant plus intéressant qu'il est plus difficile à résoudre.

D'ailleurs un très-grand nombre de chimistes ont traité la question, et nous allons résumer les principaux faits mis en lumière par eux.

Les expériences de Berzelius (1) tendaient à faire admettre que l'acidité de l'estomac était due à l'acide lactique qu'on rencontre dans tous les liquides animaux. Mais les expériences de Prout (2), répétées par Children (3), semblèrent prouver que l'acide libre était l'acide chlorhydrique.

Voici l'expérience de Prout. Il prenait le contenu de l'estomac d'un Lapin, l'étendait d'eau, le filtrait et le divisait en trois portions. La première était calcinée, et le chlore était dosé après la calcination. La seconde, exactement neutralisée, était de même calcinée, et le chlore dosé après calcination. La troisième portion était mêlée à un excès de potasse calcinée, et le chlore

(1) *Annales de chimie et de phys.*, 1813, t. LXXXVIII.
(2) *Philos. Transact*, 1825. — *Ann. de chim. et de phys.*, t. XXVII, p. 36.
(3) *Ann. de chim. et de phys.*, t. XXVII, p. 41.

dosé après calcination. Prout pensait obtenir par différence, d'une part, la quantité de chlore libre, d'autre part, la quantité de chlore libre mêlée au chlorhydrate d'ammoniaque qui se serait dégagé pendant la calcination avec un excès de potasse. Mais la méthode et les analyses de Prout étaient assez défectueuses, et il est inutile d'y insister.

M. Chevreul (1) éleva quelques objections contre l'expérience de Prout, et conclut que l'acide libre était de l'acide lactique. Leuret et Lassaigne (2) firent de même, et Prout défendit ses expériences (3). Tiedemann et Gmelin (4) pensèrent que l'acidité était due à l'acide acétique, qui selon eux perdrait sa volatilité lorsqu'il est combiné aux matières animales. Frerichs (5) trouva de l'acide butyrique. Blondlot (6) pensa que l'acide libre était un sel acide, du phosphate acide de chaux; mais ces trois opinions furent à peu près adoptées seulement par leurs auteurs, et le problème se limita à l'acide lactique et à l'acide chlorhydrique.

Il serait fastidieux d'énumérer en détail toutes les opinions des divers auteurs; le seul point de vue vraiment intéressant, c'est la méthode employée, et les faits nouveaux mentionnés par eux. Aussi, relativement aux expériences de Tiedemann et Gmelin, et à celles de Frerichs, suffira-t-il de reconnaître qu'il y a quelquefois un peu d'acide acétique, et quelquefois un peu d'acide butyrique dans l'estomac. Nous verrons plus loin pourquoi il est nécessaire d'adopter cette conclusion. On doit admettre aussi, avec Blondlot, qu'il peut se rencontrer du phosphate acide de chaux ; mais il faut pour cela des circonstances exceptionnelles. Le suc gastrique des Chiens nourris avec des os (7) a dû nécessairement dissoudre des phosphates calcaires : or, dans une liqueur acide, le phosphate basique de chaux devient acide :

(1) Cité par Milne Edwards, *Leçons sur la physiol.*, etc., t. VII, p. 25.
(2) *Loc. cit.*
(3) *Ann. of philosophy*, déc. 1829.
(4) *Traité de la digestion*, 1826.
(5) Wagners *Handwörterb*, t. III, p. 781.
(6) *Traité anal. de la digestion*, 234, 1843.
(7) Lehmann, *Lehrb. der physiol. Chemie*, t. III, p. 335.

donc il est très-probable, ainsi que Blondlot l'a constaté, qu'il y a quelquefois dans le suc gastrique des Chiens du phosphate acide de chaux.

L'expérience fondamentale de Blondlot est des plus simples : il prend du suc gastrique très-fortement acide, essaye de le saturer avec du carbonate de chaux ; mais le carbonate de chaux ne se dissout pas, il ne se dégage pas d'acide carbonique, comme cela aurait certainement lieu si l'acide libre était, soit de l'acide chlorhydrique, soit même de l'acide lactique, le phosphate acide de chaux étant le seul corps acide n'attaquant pas la craie.

Schiff (2) reconnut, en partie du moins, l'exactitude des opinions de Blondlot, et vit que jamais le suc gastrique ne peut être complétement neutralisé par la craie. Cependant Melsens (3) parvint à dissoudre une certaine quantité de spath (carbonate de chaux cristallisé pur). Mais Blondlot réfuta ces expériences en admettant, d'une part, qu'il pouvait y avoir une petite quantité d'acides chlorhydrique ou lactique libres ; d'autre part, que la diminution du poids du spath tenait à l'agitation mécanique qui brise les petits angles du cristal. Il fit, en outre (1851), une autre expérience très-intéressante. Après avoir constaté que le carbonate calcaire ne se dissout pas dans le suc gastrique, il prit une quantité déterminée de ce liquide et l'évapora presque à siccité. A ce moment il se dégage de l'acide chlorhydrique, par la décomposition (selon Blondlot) du phosphate acide de chaux et des chlorures, puis il remit de l'eau jusqu'à rendre au liquide son volume primitif. Or, dans ces conditions le liquide ainsi formé dissout le carbonate de chaux. Nous verrons plus loin la conclusion qu'on peut tirer de cette expérience, au point de vue de la nature de l'acide libre (3).

(1) Cité par Longet, t. I, p. 217.

(2) *Journal. de pharmacie et de chimie*, t. VII, p. 56, 1845.

(3) Landerer (cité par Milne Edwards, *Leç. sur la physiol*, t. VII, p. 29) a trouvé que le suc gastrique d'un chacal faisait effervescence avec le carbonate de chaux, et contenait aussi du phosphate acide de chaux.

Cependant les expériences de Blondlot trouvèrent partout des contradicteurs. Les premiers furent Claude Bernard et Barreswil (1), qui, en distillant de l'eau, de l'acide lactique et du chlorure de sodium, obtinrent absolument les mêmes résultats qu'en distillant du suc gastrique. Ils firent encore une autre expérience, cette fois sur le suc gastrique inaltéré. Ils y ajoutèrent de l'acide oxalique, et virent qu'il se formait un trouble dû à l'oxalate de chaux, insoluble dans l'acide lactique. Or il suffit de deux millièmes d'acide chlorhydrique pour rendre solubles des traces d'oxalate de chaux.

Néanmoins l'acide lactique n'avait pas été isolé. Lehmann réussit, en 1847, à extraire du suc gastrique (de Chien) traité par la magnésie, un lactate de magnésie cristallisable dont il fit l'analyse. Remarquons seulement qu'une partie des Chiens sur lesquels il faisait ces expériences avaient mangé de la viande de cheval.

En 1850, parut le travail de Schmidt, qu'il compléta quelques années plus tard (2). Ce travail a d'autant plus d'importance qu'il a rencontré une approbation presque universelle, et que, depuis cette époque, l'existence de l'acide chlorhydrique libre dans le suc gastrique a été admise par la plupart des physiologistes.

Pour rendre la démonstration plus claire, prenons des chiffres fictifs : soient 1,000 gr. de suc gastrique, dont l'acidité est calculée, et répond à 2 gr. de chlore, je suppose. Si on analyse le chlore total contenu dans ces 1,000 grammes, on trouvera, par exemple, 4 gr. de chlore. Si ensuite on analyse les bases contenues dans ces 1,000 gr., on verra qu'elles ne peuvent saturer que 2.5 de chlore. Par conséquent, il y a forcément 1.5 de chlore libre dans le suc gastrique, et il ne peut exister qu'à l'état d'acide chlorhydrique ou d'un acide organique contenant du chlore.

Quant aux procédés chimiques employés par Schmidt, je me

(1) *Journ. de pharmacie et de chimie*, t. V, 1844 ; t. VII, p. 49, 1845.

(2) Voy. Hubbenet, *De succo gastrico*. Dorpat, 1850.—Bidder et Schmidt, *Die Verdauungssäfte*. Leipzig, 1852.

propose d'y revenir avec plus de détail en parlant de mes expériences.

Toujours est-il que Schmidt fit ces analyses sur des Chiens, des Moutons, et aussi sur une Femme atteinte de fistule gastrique à la suite d'un ulcère de l'estomac : il a été conduit à cette conclusion, que, dans le suc gastrique, il se trouve de l'acide chlorhydrique libre ; que, chez les moutons et les herbivores en général, il existe toujours, à côté de l'acide chlorhydrique, de l'acide lactique en quantité notable ; que la section des pneumogastriques abaisse la proportion de l'acide chlorhydrique, qui croît au contraire quand l'œsophage a été lié de manière à empêcher le mélange de la salive avec les liquides de l'estomac.

Je noterai que Maly a accessoirement repris l'expérience de Schmidt, et qu'il est arrivé aux mêmes résultats (1).

Je n'ai plus à mentionner que quelques expériences contradictoires et toutes récentes.

M. Rabuteau (2) a traité le suc gastrique par la quinine, et il a extrait le sel de quinine ainsi formé par l'alcool amylique. Dans ces conditions, il a pu toujours reconnaître du chlorhydrate et non du lactate de quinine. Il a trouvé aussi dans le suc gastrique des Poissons (Raie et Squale) des quantités notables d'acide chlorhydrique.

La même année, M. Laborde, dans un mémoire important (3), démontra que l'eau additionnée de trois millièmes d'acide chlorhydrique transforme l'amidon en sucre, quand la solution acide d'amidon est chauffée à 150° à cinq atmosphères. Or, dans ces conditions, le suc gastrique ne peut pas transformer l'amidon. En outre, si on met du bioxyde de plomb et du sulfate d'aniline dans une solution contenant de l'acide chlorhydrique, immédiatement on voit survenir une couleur acajou foncé que l'acide lactique ne peut pas produire.

(1) *Wiener Sitzber.*, t. LXIX. 1874,

(2) *Bullet. de la Soc. de biol.*, 1874, p. 96 et p. 400.— *Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, 1873.

(3) *Mém. de la Soc. de biol.*, 1874, p. 63.

J. Reoch (1) admet qu'il existe de l'acide chlorhydrique avec des traces d'acide lactique, et il se fonde sur ce que le sulfocyamure de potassium, mélangé au citrate de fer et de quinine, se colore avec le suc gastrique (sulfocyanure de fer), coloration qui se produit avec les acides minéraux et jamais avec les acides organiques. Smith (2) a trouvé dans le suc gastrique d'un supplicié de l'acide lactique et non de l'acide chlorhydrique.

Szabò (3), étudiant le suc gastrique de l'homme, extrait de l'estomac dans différents cas normaux et pathologiques, et essayant l'action de ce liquide sur l'amidon, a conclu que les deux acides, lactique et chlorhydrique, coïncident souvent, mais que, dans les cas de dyspepsie, ce dernier acide fait défaut.

En résumé, il y a dans les opinions admises au sujet du suc gastrique une divergence complète entre les physiologistes. Les uns admettent qu'il y a de l'acide lactique, les autres de l'acide chlorhydrique; en sorte que la question, loin de faire des progrès, semble devenir de plus en plus obscure.

Cependant, tout d'abord, nous devons remarquer qu'un fait est toujours vrai. Peu importe qu'il soit bien ou mal interprété : par cela même qu'il a été vu par un expérimentateur consciencieux et attentif, il existe, et les plus beaux raisonnements ne viendront pas à bout de le renverser. Aussi croyons-nous que toutes ces expériences de Lehmann, de Blondlot, de Cl. Bernard, de Schmidt, sont vraies, mais que l'interprétation en a été souvent fautive.

Que faut-il, en effet, entendre par le mot *suc gastrique?* Il est clair que c'est la sécrétion pure de l'estomac, et que le mélange de cette sécrétion avec les liquides qu'une alimentation variable introduit dans la cavité digestive, change la nature de la sécrétion stomacale. En second lieu, le mucus et la salive jouent un rôle considérable, surtout en dehors de l'état de digestion. Il est donc essentiel, pour faire une bonne ana-

(1) *Journ. of. Anat. and physiol.*, t. XIV, p. 274.

(2) *Experiments of digestion. Philad. med., Times*, 1875, t. V, p. 308.

(3) *Beiträge zur Kenntniss der freien Säure des Magensaftes. Zeitsch. für Phys. Chemie.* 1877. p. 140.

lyse du suc gastrique, d'opérer sur des animaux à jeûn depuis longtemps, et dont l'estomac ait été bien lavé à plusieurs reprises. Cette condition ne paraît pas avoir été toujours exactement réalisée, surtout pour ce qui concerne les expériences de Lehmann, de Blondlot et même de Schmidt.

Cette remarque est d'une grande importance : en effet, M. Berthelot a démontré que, lorsque le sel d'un acide organique et un acide minéral sont en présence, l'acide minéral s'empare toujours de la base, tandis que la totalité de l'acide organique est mise en liberté (1). Nous exprimons cette loi d'une manière générale, sans entrer dans tous les détails de la question (2).

Cela étant bien démontré, il suffira qu'il arrive dans l'estomac des lactates, des malates, des acétates ou des butyrates, pour que l'acide libre du suc gastrique, si c'est de l'acide chlorhydrique, s'empare de la base de ces sels, et mette en liberté les acides lactique, malique, acétique ou butyrique. Or il serait bien plus difficile qu'on ne peut le supposer d'éliminer de l'alimentation tous les sels des acides organiques qui existent dans nos aliments. Supposons, par exemple, qu'on prenne de la viande : les lactates et sarcolactates de la chair musculaire seront décomposés, et, s'il y a de l'acide chlorhydrique libre, il ne tardera pas à diminuer à mesure qu'il déplacera l'acide sarcolactique qu'on rencontre dans le tissu musculaire. La même réaction aura lieu nécessairement avec les os ; du phosphate acide de chaux prendra naissance : l'acide malique, avec les fruits ; l'acide tartrique, avec le vin, etc., en sorte que, pendant la digestion, il se formera des acides nombreux, en dehors même de toute fermentation, par le seul fait d'une combinaison chimique. C'est ainsi que nous pouvons

(1) Maly (*Wiener Sitzber*, t. LXIX, 1874) a cru prouver que l'acide lactique pouvait déplacer le chlore des chlorures, et donner de l'acide chlorhydrique. Mais ses expériences sont évidemment erronées, et ce n'est pas par des dialyses qu'on peut démontrer le fait.

(2) Pour plus de détails, voyez le mémoire de M. Berthelot : *Ann. de chimie et de physique*, 4e série, t. XXVI, p. 396. 1872.

expliquer que Frerichs ait trouvé de l'acide butyrique, et que Gmelin ait trouvé de l'acide acétique. Nous-mêmes, dans l'étude des produits de la digestion du lait, nous avons trouvé des quantités notables d'acide butyrique, et ce fait n'a rien de surprenant. L'erreur est de vouloir qu'il y ait un seul acide, constant, toujours identique, aussi bien dans le suc gastrique pur que dans le suc gastrique mélangé aux aliments divers.

Il est donc nécessaire, pour avoir un résullat de quelque valeur, d'opérer sur du suc gastrique très-pur; c'est ce que j'ai fait en analysant, par une méthode se rapprochant de la méthode de Schmidt, le suc gastrique pur, extrait, par des procédés indiqués à la fin de ce travail, de la fistule stomacale de Marcellin R***.

Le suc gastrique était divisé en trois parties. Dans la première portion, l'acidité était dosée par la méthode colorimétrique et rapportée à un poids équivalent d'acide chlorhydrique. La seconde portion, additionnée d'une quantité notable d'acide azotique, était traitée par le nitrate d'argent, et le chlore dosé à l'état de chlorure d'argent par les procédés chimiques ordinaires. La troisième portion traitée, par quelques gouttes d'acide sulfurique, était calcinée jusqu'à ce qu'il ne restât plus que des sulfates (1).

Voici les résultats de ces deux analyses (calculées pour 1,000 grammes) :

	I (2)	II
Chlore total.	2.568	1.669
Chlore de l'acidité.	1.645	0.922
Chlore combiné aux bases, calculé d'après le dosage des bases à l'état de sulfates, comme si toutes les bases étaient du sodium (3).	0.989	0.837

(1) Cette opération est difficile, par suite du boursouflement de la matière organique, et exige beaucoup de précautions.

(2) Cette analyse a été faite par M. Guinochet, élève de l'École des hautes études.

(3) En calculant comme s'il n'y avait que du sodium, on fait une erreur qui tend à

Chlore combiné à l'ammoniaque.	0.355	0.355
Différence du chlore combiné et du chlore total.	1.224	0.477
Différence entre la somme du chlore combiné et du chlore de l'acidité d'une part, et, d'autre part, le chlore total.	0.421	0.446

Ces expériences permettent de conclure qu'il y a de l'acide chlorhydrique libre, ou plus exactement un *acide contenant du chlore*.

Cependant, comme différentes objections ont été faites (1) à la méthode de Schmidt, il est nécessaire d'insister sur quelques détails.

1). Dans la calcination des chlorures, une certaine quantité des chlorures se volatilise. et donne, par conséquent, un poids trop faible de base. Cette objection est assez fondée ; aussi ai-je modifié le procédé de Schmidt, et au lieu de doser les métaux à l'état de chlorures, les ai-je dosés à l'état de sulfates : or les sulfates sont fixes et la chaleur ne les volatilise pas. M. Laborde croyait que, selon M. Boussingault, les sulfates se volatilisent. Mais, d'après M. Boussingault, à une chaleur extrêmement forte (rouge blanc), et longtemps prolongée, une minime quantité, presque inappréciable, de sulfates de potasse et de soude disparaît. Or on peut complétement négliger cette perte insignifiante, et tous les chimistes dosent la potasse à l'état de sulfate dans un creuset de platine chauffé au rouge, sans se préoccuper de la volatilisation (?) du sulfate de potasse.

2). Le sulfate d'ammoniaque se volatilise.

Nous avons tenu compte de cette observation en dosant l'ammoniaque (2).

3). Les phosphates ne sont pas transformés par l'acide sulfurique, et au lieu de peser les sulfates, on pèse les phosphates :

augmenter le poids de chlore combiné. Car le potassium a un équivalent plus élevé que le sodium.

(1) Gélis, *Le lactate de fer*, in-18. Paris, 1877. — Laborde, *Bullet. de la Soc. de biol.*, 3 mars 1877.

(2) Voyez à la fin les dosages d'ammoniaque.

mais la différence entre l'équivalent de l'acide sulfurique et l'équivalent de l'acide phosphorique, n'est en poids que de $\frac{1}{20}$. Elle est par conséquent négligeable, d'autant plus que le poids de l'acide phosphorique contenu dans un litre de suc gastrique ne dépasse pas 0,5 décigramme (1). L'erreur ne dépasse donc pas 0,01 pour 1,000 grammes.

Telles sont les quelques observations que j'avais à présenter au sujet de l'analyse du suc gastrique par la méthode de Schmidt. La conclusion générale est qu'il existe dans le suc gastrique pur un acide libre contenant du chlore.

Les résultats sont différents quand le suc gastrique est mélangé aux matières alimentaires.

Voici les résultats de deux autres analyses :

	III	IV
Chlore total.	3.928	4.077
Chlore de l'acidité.	1.512	2.002
Chlore combiné, calculé comme ci-dessus.	(?) 4.035	3.599
Différence du chlore combiné et du chlore total.	— 0.107	+ 0.478
Différence entre la somme du chlore combiné et du chlore de l'acidité d'une part, et, d'autre part, du chlore total.	1.619	1.524

Comme on peut s'en assurer en comparant ce tableau au tableau précédent, les résultats ne sont plus les mêmes : dans un cas (Exp. III), le chlore total n'a même pas suffi à saturer toutes les bases, et par conséquent il faut admettre nécessairement que, dans le suc gastrique, quand il y a des aliments, il existe d'autres acides que l'acide chlorhydrique.

Ce n'est pas seulement sur le suc gastrique de l'homme que j'ai répété les expériences de Schmidt, mais aussi sur le suc gastrique des poissons.

(1) Voir plus bas l'analyse d'acide phosphorique (pages 36 et 37).

Malheureusement, à l'époque où je faisais ces expériences, il s'était déjà formé dans le suc gastrique une certaine quantité d'acides organiques, de sorte que l'acidité était certainement plus considérable qu'elle ne l'était au début.

Quoi qu'il en soit, voici le résultat de cette analyse calculée pour 1,000 grammes :

	V
Chlore total	3.932
Chlore de l'acidité	3.585
Chlore combiné aux bases, en calculant comme pour le sodium.	2.15
En calculant comme pour le potassium.	1.75
Moyenne.	1.95
Excès du chlore libre sur le chlore combiné.	1.98

L'exactitude de ce résultat s'est trouvée confirmée par les expériences suivantes.

Ce même suc gastrique de poisson a été soumis à la dialyse, et j'ai analysé séparément la partie qui avait été dialysée et celle qui n'avait pas passé à la dialyse.

(Les chiffres de la portion de suc gastrique dialysé sont rapportés à un volume égal de 1,000 kilogrammes.)

	VI Suc gastrique ayant passé à la dialyse.	VII Suc gastrique n'ayant pas passé à la dialyse.
Chlore total.	0.526	3.112
Chlore de l'acidité.	0.236	3.454
Chlore combiné aux bases, en calculant comme pour le sodium.	0.491	2.260
Comme pour le potassium.	0.396	1.840
Moyenne.	0.443	2.05
Excès du chlore libre sur le chlore combiné.	0.083	1.062

Par conséquent, il faut admettre que, dans le suc gastrique des Poissons comme dans celui de l'homme, du mouton et du chien , il y a du chlore libre, c'est-à-dire non combiné aux bases, aussi bien dans les parties de ce liquide qui sont dialysées que dans celles qui n'ont pas passé, au bout de vingt-quatre heures, à travers la membrane.

Comme, d'après quelques auteurs, le suc gastrique contient de l'acide lactique, j'ai essayé d'extraire cet acide du suc gastrique par une méthode analogue à celle qui a permis à Liebig d'extraire l'acide sarcolactique des muscles. Je rappellerai que, jusqu'ici, de nombreuses expériences avaient été faites pour démontrer indirectement et approximativement la présence de l'acide lactique, mais que Lehmann seul avait réussi à obtenir un lactate cristallisable.

On prend 1.000 grammes de suc gastrique mixte, c'est-à-dire mélangé aux aliments : on filtre, et on neutralise exactement avec du carbonate de soude. On évapore à consistance sirupeuse. On reprend par l'alcool, qui dissout tous les lactates, et qui, au bout de quelques heures, laisse déposer une masse glutineuse composée de matières albuminoïdes solubles dans l'eau et insolubles dans l'alcool froid (1). On filtre : on évapore à consistance sirupeuse, jusqu'à ce que tout l'alcool se soit évaporé. On reprend le résidu par l'éther anhydre, et on ajoute quelques gouttes d'acide sulfurique. L'acide sulfurique déplace l'acide lactique des lactates, et l'éther s'empare de presque tout l'acide lactique. On reprend l'éther, qu'on filtre. On évapore, et il reste un résidu jaunâtre, fortement acide, qui, traité par l'oxyde de zinc et l'eau bouillante, laisse, après filtration, déposer des cristaux d'un sel de zinc insoluble dans l'éther, à peine soluble dans l'alcool absolu bouillant, très-soluble dans l'eau bouillante, que l'analyse démontre être un lactate (2).

1,000 grammes de suc gastrique m'ont donné 0,583 de lactate de zinc desséché, ce qui fait environ 0,431 d'acide lactique. Or ces 0,431 milligrammes d'acide lactique équivalent à 0,17 d'acide chlorhydrique, et comme, dans ce suc gastrique examiné, l'acidité était de 2,002 (en acide chlorhydrique), on voit que l'acide lactique ne représentait même pas le dixième de l'acidité totale.

(1) Cette masse glutineuse, insoluble dans l'alcool à froid, contient beaucoup de leucine. Malheureusement, au moment où je faisais ces expériences, mon attention n'était pas portée sur ce sujet.

(2) Ce sel de zinc, chauffé à 130°, perd 7.52 de son poids. Calciné avec l'acide sulfurique, il donne un poids de sulfate de zinc qui répond à la formule ($C^6 H^5 Zn O^6$).

Oxyde de zinc, calculé : 0,113 ; trouvé : 0,102.

Voici comment j'ai procédé pour doser l'acide phosphorique dans le suc gastrique mixte : 500 centimètres cubes de suc gastrique ont été évaporés au bain-marie, jusqu'à ne plus former que 100 cc. de liquide. Dans ce liquide, additionné de quelques gouttes d'acide acétique, on met 5 grammes d'acétate de soude, de manière que la liqueur contienne de l'acide acétique libre. On a versé alors dans la liqueur du perchlorure de fer, jusqu'à ce que rien ne se précipite plus. Au bout de vingt-quatre heures de repos, le précipité a été recueilli et lavé : les eaux de lavage ont été réunies au liquide qui avait filtré et évaporées, de manière à être ramenées à environ 100 cc. On s'est assuré que le précipité ne contenait plus de traces d'acide phosphorique.

Dans la liqueur limpide contenant tous les phosphates, on a ajouté du sulfate de magnésie et de l'ammoniaque. On a recueilli le précipité de phosphate ammoniaco-magnésien qui s'était formé. Ce précipité a été calciné et, par l'addition de quelques gouttes d'acide azotique, transformé en pyrophosphate de magnésie.

Le résultat du calcul a donné pour 1,000 grammes : 0,318 d'acide phosphorique anhydre (PO^5), soit 0,439 d'acide phosphorique hydraté ($PO^5,3HO$).

Toutefois toutes ces analyses ont le grand inconvénient d'altérer le suc gastrique et de ne pas démontrer directement la présence de tel ou tel acide. Aussi peut-on comprendre qu'elles n'entraînent pas la conviction : c'est presque par sentiment, et non par des preuves scientifiques, qu'on est amené à admettre l'existence de tel ou tel acide, plutôt que de tel ou tel autre. Aussi les discussions sur ce sujet sont-elles d'autant plus passionnées qu'elles ont moins le caractère scientifique.

Je vais exposer ici en détail les résultats que m'a donnés une méthode nouvelle dont le principe est dû à M. Berthelot (1), et qui a le grand avantage de ne pas altérer la nature du liquide organique et de pouvoir se faire facilement un grand nombre de fois (2).

(1) *Ann de chimie et de physique*, 4e série, t. XXVI, p. 396.

(2) Voy. mes deux notes sur ce sujet dans les *Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, 25 juin, 16 juillet 1877.

Voici quel est le fait découvert et étudié par M. Berthelot. Quand on agite une solution aqueuse d'un acide avec l'éther, l'éther et l'eau se partagent l'acide suivant un rapport constant, qu'on peut appeler le *coefficient de partage*, et dont la valeur numérique caractérise chaque acide. Pour les acides minéraux, ce coefficient est très-élevé, supérieur à 500, c'est-à-dire que l'éther ne les enlève pour ainsi dire pas à l'eau, au moins quand les acides ne sont pas trop concentrés. Pour les acides organiques, il est bien plus faible ; c'est-à-dire que l'éther agité avec de l'eau qui renferme un acide organique, enlève à l'eau une portion notable de cet acide.

En tout cas, quel que soit l'acide, on peut vérifier ces deux lois :

1). Le coefficient de partage est indépendant du volume relatif des dissolvants ;

2). Il varie avec la concentration et le température.

On peut donc, par cette méthode, déterminer avec certitude, dans un liquide organique ou minéral ne contenant qu'un seul acide, la nature organique ou minérale de cet acide. C'est ainsi que M. Berthelot a pu démontrer ce fait, confirmé par les lois de la thermochimie : que les acétates, les tartrates, les benzoates, traités par l'acide sulfurique ou l'acide chlorhydrique, étaient détruits, et qu'il se formait des sulfates ou des chlorures d'une part, et d'autre part des acides acétique, tartrique ou benzoïque.

Pour rendre plus clair ce qu'on entend par coefficient de partage, prenons un exemple. Soient 100 grammes d'eau contenant 11 grammes d'acide lactique, 100 grammes d'éther agités avec l'eau prendront 1 gramme d'acide lactique, et, si on mesure l'acidité finale des deux liqueurs, on verra que celle de l'eau est de 10, celle de l'éther de 1 ; que, par conséquent, le coefficient de partage est de 10. Mais si nous supposons le volume de l'eau dix fois plus considérable, et si nous comparons un même volume (100 grammes) d'eau à un même volume (100 grammes) d'éther, 100 grammes d'eau ne contiendront plus que 1.1 gramme d'acide, et, après l'agitation avec l'éther, 1.0, l'éther ayant une acidité de 0.1.

Donc le coefficient de partage est le rapport qui existe, après qu'on a agité de l'eau acide avec de l'éther, entre la quantité d'acide contenue dans un certain volume d'éther et celle qui existe dans une même quantité d'eau éthérée.

Ainsi, pour un acide donné, il suffira de faire deux titrages acidimétriques ; on aura, en prenant le rapport de ces deux acidités, le coefficient de partage de cet acide. Naturellement, le chiffre varie avec chaque acide. Voici quelques chiffres trouvés par M. Berthelot :

Acide succinique.	C = 6.0
Acide benzoïque.	C = 1.8
Acide oxalique.	C = 9.5
Acide acétique.	C = 1.4
Acide tartrique.	C = 96.0

J'ai déterminé le coefficient de partage de l'acide lactique, et je l'ai trouvé variant, suivant la concentration, de 8.8 pour des liqueurs concentrées, de 11 pour des liqueurs très-diluées. On peut donc admettre une moyenne de 10, à la température ordinaire.

Examinons maintenant ce qui se passe dans le cas où deux acides libres existent dans le liquide. Chacun d'eux, comme M. Berthelot l'a encore démontré, se comportera comme s'il était seul. Si l'un d'eux est très-soluble dans l'éther (comme l'acide acétique, par exemple), et l'autre insoluble, comme l'acide sulfurique, le premier titrage acidimétrique ne pourra rien apprendre. Mais si on reprend par l'eau distillée l'éther qui a enlevé une portion de l'acide acétique, et qui n'a pas pris de traces appréciables d'acide sulfurique, on retrouvera évidemment le coefficient de partage (1.4) de l'acide acétique.

Si on fait, sur le liquide dans lequel sont les deux acides, une série de traitements successifs par l'éther, comme, à chaque traitement, la quantité totale d'acide acétique va en diminuant, on aura une série de coefficients de partage allant en croissant, à mesure que le liquide sera plus riche en acide sulfurique relativement à l'acide acétique.

En appelant

$$R_1 \quad R_2 \quad R_3$$

ces différents rapports de partage, on aura :

$$R < R_1 < R_2 < R_3.$$

Au contraire, s'il n'y avait qu'un seul acide, le coefficient de partage serait toujours identique :

$$R = R_1 = R_2 = R_3, \text{ etc.}$$

Ici, nous ne supposons que des cas très-simples, un acide très-soluble et un acide insoluble ; mais la question peut être très-compliquée, car la différence de solubilité relative dans l'éther de deux acides différents peut être moins considérable. Alors, il faudrait faire un plus grand nombre de déterminations, de la manière suivante :

Soient deux acides, l'un soluble, l'autre très-soluble dans l'éther. Soit R le premier rapport de partage. Si nous appelons R' le rapport de partage qu'on obtient en agitant l'éther acide avec de l'eau distillée, nous aurons évidemment :

$$R > R'.$$

Si, avec cet éther acide, nous faisons une série de traitements successifs par l'eau, comme nous avons fait plus haut une série de traitements de l'eau acide par l'éther, nous enlèverons de plus en plus l'acide moins soluble dans l'éther, et, au bout de quelques traitements, nous finirons par avoir un chiffre invariable, qui sera le véritable coefficient de partage de l'acide très-soluble dans l'éther :

$$R' > R'_1 > R'_2 > R'_3 > R'_4$$

et le coefficient de partage le plus petit (R'_4), je suppose, sera celui que nous cherchons pour l'acide très soluble dans l'éther. Au contraire, pour le liquide aqueux, épuisé successivement par l'éther, le rapport de partage ira en croissant, jusqu'au moment où nous serons arrivés à une limite presque invariable, c'est-à-dire au coefficient de partage le plus fort (R_4), je suppose,

qui sera celui que nous cherchons pour l'acide moins soluble dans l'éther :

$$R < R_1 < R_2 < R_3 < R_4$$

On pourrait encore, dans des cas plus compliqués, reprendre les liqueurs éthérées ayant servi à obtenir les coefficients :

$$R'_1 \; R'_2 \; R'_3 \; R'_4$$

et les traiter séparément par l'eau.

Mais ces déterminations ne seraient nécessaires que s'il existait trois ou quatre acides ; d'ailleurs, elles ne seraient possibles qu'avec une grande quantité de matière et des acides très-concentrés.

Cela posé, je vais briévement décrire le mode d'opération que j'ai mis en usage.

Le suc gastrique étant agité pendant quelques minutes dans un tube gradué avec de l'éther (1), après avoir laissé reposer pendant quelque temps les deux liqueurs, je les séparais rapidement en filtrant l'éther, pour qu'il ne fût pas mélangé à de petites gouttelettes aqueuses en suspension. En général, l'éther n'étant que très-faiblement acide, il est bon, pour éviter les erreurs tenant à une trop grande dilution, de prendre pour le dosage 40 centimètres cubes d'éther ou même plus, qu'on évapore en partie avec précaution. Il est facile de ramener le chiffre obtenu au volume de 10 centimètres cubes. Comme l'eau de chaux ne serait pas facilement neutralisée par l'acide dissous dans l'éther, il est bon d'ajouter à l'éther quelques gouttes d'eau distillée et d'alcool, qui enlèvent facilement à l'éther l'acide qu'elle renferme ; à mesure que les acides sont saturés par la chaux, l'eau enlève de nouveau l'acide de l'éther jusqu'à ce que l'éther soit complétement neutre. La substance colorante dont je me servais était la phtaléine du phénol, qui, incolore dans les acides, se colore en rose dès que la liqueur devient alcaline.

(1) Il est inutile de dire qu'il faut de l'éther absolument neutre et dépourvu d'alcool. On l'obtient à un état de pureté suffisante en le lavant plusieurs fois avec de l'eau, et le distillant ensuite sur de la chaux.

Quand on a affaire à des acides minéraux énergiques, la vivacité de la teinte est extraordinaire : avec des acides organiques, surtout s'ils sont dilués, la limite est plus difficile à apercevoir. Je compte revenir sur ce point.

On peut ainsi faire en une journée de nombreuses déterminations, et ce procédé est certainement le plus rapide que je connaisse pour la détermination des acides organiques contenus dans les liquides complexes.

J'arrive maintenant aux résultats mêmes que m'a donnés cette méthode, dans l'analyse du suc gastrique.

1). Suc gastrique d'homme pur (extrait de la fistule gastrique) :

A. Suc gastrique très-frais.	21.7	R = 217.
Éther (1).	0.1	
B. Suc gastrique d'un jour.	27.5	R = 137.
Éther.	0.2	
C. Suc gastrique d'un jour.	13.3	R = 133.
Éther.	0.1	
D. Suc gastrique de deux jours.	19.9	R = 99.5
Éther.	0.2	
E. Suc gastrique de six jours.		R = 60.8
I. Suc gastrique de huit jours.		R = 66.0
J. Suc gastrique de trois mois.		R = 16.9

Pour le liquide qu'on extrait de la caillette des veaux préalablement lavée, on obtient aussi le même résultat : le rapport de partage est d'autant plus élevé que le suc gastrique est plus pur et plus frais.

2). Extrait par l'eau à 40° de la muqueuse stomacale des veaux :

A'. Liquide frais.

Eau.	8.8	R = 88
Éther.	0.1	

(1) La détermination ne doit pas être poussée plus loin, et on ne peut, avec des solutions aussi diluées, avoir une plus grande approximation. Une deuxième décimale ne donnerait qu'une précision apparente. Chaque unité répond à 0.0005 de chaux.

B′. Le même (au bout de quatre jours), altéré et putréfié :

Eau.	5.1	R = 12.7
Éther.	0.4	

De ces chiffres il résulte que le suc gastrique pur et frais contient uniquement un acide minéral, ou plus exactement un acide insoluble dans l'éther ; s'il vieillit, il s'y forme des acides organiques, et, si l'on suppose ces acides constitués uniquement par de l'acide lactique, dans le suc gastrique vieux, il y a une partie d'acide lactique, pour une partie d'acide minéral, l'acide lactique se produisant dans le liquide par une sorte de fermentation lente, plus ou moins analogue à la putréfaction.

Nous reviendrons plus loin sur le sens qu'il faut donner à ce mot de putréfaction : toutefois il convient dès maintenant d'appeler l'attention sur ce fait : que le suc gastrique, aussitôt après son extraction, s'altère et se modifie. On avait cru que le suc gastrique était, par une sorte de privilége merveilleux, soustrait aux altérations que subissent les autres liquides organiques. On voit qu'il n'en est rien, et, quoique son odeur comme son aspect extérieur n'aient pas varié, sa composition chimique éprouve des variations considérables, aussitôt qu'il a quitté l'organisme.

Tel est, en effet, le sort de tous les liquides qui existent dans le corps des animaux. Ils sont toujours à l'état de composition chimique instable, et leur constitution change à chaque instant. Cela est vrai pour le sang, qui, dès qu'il a quitté le vaisseau qui le contenait, se coagule et perd ses propriétés. Cela est vrai pour le liquide musculaire, qui devient acide, puis se coagule : cela est vrai pour le lait, comme Sinéty l'a montré récemment dans un travail intéressant (1).

Cette altération chimique correspond, pour les éléments, à des altérations de structure, de sorte que, pour les examiner, on ne peut pas attendre : il faut les prendre vivants et les fixer par des réactifs, si l'on veut avoir des notions exactes sur la nature des éléments vivants.

Le suc gastrique se comporte comme ces tissus et comme ces

(1) *Archives de phys.* 1874, p. 479.

humeurs. Ce n'est pas un liquide stable, une solution d'acide chlorhydrique : c'est une humeur complexe, qui se défait lentement après qu'elle a été sécrétée par l'organisme, et il n'est pas douteux que, dans l'estomac comme dans l'intestin, les modifications que nous constatons *in vitro*, n'aient lieu avec une bien plus grande activité.

En résumé, le suc gastrique pur et frais ne contient pas d'acide lactique : on peut, par une expérience très-simple, donner la preuve directe de ce fait. Ainsi j'ai pris le suc gastrique de l'expérience B, dont le rapport de partage était égal à 137,1, et je l'ai traité par du lactate de baryte en quantité suffisante pour que toute la baryte fût saturée par l'acide dissous, et pour mettre en liberté l'acide lactique du sel de baryum. Or voici ce qu'a donné l'expérience :

A	Suc gastrique (pur et frais) sans lactate de baryte.	27.5	R = 137.1
	Éther.	0.2	
B	Le même suc gastrique (pur et frais), avec une solution de lactate de baryte.	11.7	R = 9.9
	Éther.	1.2	

Or ce rapport de 9. 9 est exactement celui de l'acide lactique, et c'est le chiffre qu'on aurait dû trouver dès l'abord, au lieu de trouver le chiffre tout différent de 137,1, sans avoir besoin d'ajouter des lactates, si véritablement l'acide lactique eût existé dans le suc gastrique.

Cette expérience est en outre intéressante, parce qu'elle démontre que la présence de matières organiques ne change pas la réaction de l'éther et de l'eau, et qu'on peut déterminer le coefficient de partage d'un acide avec un mélange organique complexe comme le suc gastrique, tout aussi bien qu'avec de l'eau distillée. En un mot, tout se passe comme si l'acide libre dans le suc gastrique pur était un acide minéral. Qu'il me soit permis d'appeler l'attention sur cette expérience, qui me paraît très-démonstrative, pour montrer qu'il n'y a pas d'acide lactique dans le suc gastrique pur. Avec les acétates, le résultat est différent, comme nous le verrons plus loin.

Il est très-difficile de suivre l'accroissement des rapports de partage R_2 R_3 etc.; car, d'une part, on ne peut opérer que sur très-peu de liquide, et, d'autre part, l'éther contient une si petite quantité d'acide qu'on ne peut guère le soumettre à des traitements par l'eau.

Toutefois, dans un cas, j'ai eu :

$$R = 60.4$$
$$R^2 = 100.0$$

ce qui est un accroissement notable.

Pour ce qui concerne les rapports de partage propres à l'acide soluble dans l'éther, voici les résultats que j'ai obtenus :

S. gastr. frais.		R' = 3.0	Moyenne 2.6
S. gastr. de huit jours.	(R = 66)	R' = 2	
S. gastr. de six jours (1)	(R = 60.8)	R' = 3	
S. gastr. de six jours	(R = 65.2)	R' = 2.5	
S. gastr. de trois mois.	(R = 16.9)	R' = 2.4	

La moyenne de R' serait donc de 2. 6, chiffre indiquant le coefficient de partage de l'acide soluble dans l'éther.

Mais ce chiffre de 2, 6 s'éloigne très-sensiblement du coefficient de partage de l'acide lactique, lequel est égal à 10, ainsi que je l'ai dit plus haut.

C'est alors que M. Berthelot m'a donné le conseil de rechercher le coefficient de partage de l'acide sarcolactique, lequel pourrait peut-être concorder avec les chiffres indiqués ci-dessus, qui déterminent le coefficieut de partage de l'acide du suc gastrique soluble dans l'éther. J'ai donc dû préparer de l'acide sarcolactique. A cet effet, j'ai extrait par la méthode

(1) Avec ce suc gastrique, j'ai pu me convaincre qu'il existait réellement un acide unique dont le coefficient de partage était de 3. En effet, l'éther agité avec l'eau m'a donné :

Eau	0.6	R' = 3
Éther	0.2	

Cette eau, traitée de nouveau par l'éther, m'a donné le même coefficient de partage, ce qui prouve que l'acide était unique :

Eau	0.3	$R'_2 = 3$
Éther	0.1	

de Liebig, de 50 kilogrammes de viande de cheval, environ 20 grammes de sarcolactate de chaux. Le sarcolactate dissous dans l'eau, traité par une quantité convenable d'acide sulfurique, et filtré, m'a donné une solution contenant du sulfate de chaux et de l'acide sarcolactique qui put me servir à déterminer le coefficient de partage de cet acide.

Je donne ici mes expériences sur ce sujet :

1.	Eau.	9.1	$R = 3.6$
	Éther.	2.5	
2.	Eau.	20.4	$R = 4$
	Éther.	5	

La méthode des coefficients de partage permet de montrer que le sarcolactate de chaux ainsi obtenu renfermait une petite quantité d'acide lactique ordinaire.

En effet, reprenant par l'eau l'éther chargé d'acide sarcolactique, j'obtenais un coefficient différent :

3.	Eau.	3.1	$R' = 3.2$
	Éther.	0.9	

De même, en faisant sur l'acide de l'expérience 2 une série de traitements successifs, ainsi que je l'ai indiqué plus haut, j'ai obtenu les résultats suivants :

5.	Eau.	15.5	$R_2 = 4.2$
	Éther.	3.7	
5.	Eau.	1.3	$R_3 = 4.3$
	Éther.	3.0	
6,	Eau.	11.1	$R_4 = 5$
	Éther.	2.2	
7.	Eau.	8.8	$R_5 = 5.1$
	Éther.	1.7	
8.	Eau.	6.7	$R_6 = 4.8$
	Éther.	1.4	
9.	Eau.	5.2	$R_7 = 6.5$
	Éther.	0.8	
10.	Eau.	4.4	$R_8 = 6.3$
	Éther.	0,7	

ce qui fait une série progressive, tendant vraisemblablement

vers le chiffre 10, coefficient de partage de l'acide lactique de fermentation, mêlé en petite quantité à l'acide sarcolactique :

4 4.2 4.3 5 5.1 4.8 6.5 6.3

On peut donc conclure de ce fait que, dans le sarcolactate de chaux extrait de la viande de cheval, il se trouve du lactate mêlé au sarcolactate, ainsi que Wislicenus l'a indiqué (1). En effet, Wislicenus a vu que l'acide sarcolactique était un mélange de deux acides, l'un, l'acide oxypropionique (éthylénolactique), l'autre, un acide éthylidénolactique, analogue, mais non identique à l'acide lactique de fermentation. Je ne puis m'étendre sur ce sujet ; je rappellerai seulement que Socoloff (2), a cru démontrer l'existence d'un troisième acide lactique. En tout cas, Wislicenus (3) a fait la synthèse de l'acide sarcolactique en traitant la monocyanhydrine du glycol par la soude.

Quoi qu'il en soit de la constitution chimique essentielle de ces isomères de l'acide lactique, l'acide sarcolactique a un coefficient de partage que nous pouvons regarder comme très-voisin de 4. En cela il diffère très-notablement de l'acide lactique de fermentation, dont le coefficient de partage est 10.

Si maintenant nous rapprochons ce chiffre 4 du chiffre 2.6, moyenne obtenue pour le coefficient de partage de l'acide soluble dans l'éther, nous trouverons qu'il s'en rapproche beaucoup ; et comme nous avons pu extraire de l'acide lactique du suc gastrique, il est permis de conclure que l'acide soluble dans l'éther est l'acide sarcolactique.

D'ailleurs, si ce chiffre est moins élevé avec le suc gastrique qu'avec la solution d'acide sarcolactique, cela tient à ce que des acides gras supérieurs s'y trouvaient en petite quantité, et tendaient à abaisser le coefficient de partage. En effet, j'ai constaté dans les produits de la digestion la présence de l'acide butyrique, dont le coefficient de partage est de 0,25.

De tous ces faits je crois pouvoir conclure :

(1) *Deutsche Chem. Gesellschaft.*, t. III, p. 619.
(2) *Ann. der Chem. u. Pharmac.*, t. CL, p. 167.
(3) *Ann. der Chem. u. Pharmac.*, t. CXLVIII, p. 4.

1°). Le suc gastrique pur et frais contient un acide insoluble dans l'éther, et des traces d'un acide soluble ;

2°). A mesure que le suc gastrique vieillit, il s'y fait une sorte de fermentation lente (plus ou moins analogue à la putréfaction), et la proportion de l'acide organique augmente ;

3°). Cet acide organique semble être de l'acide sarcolactique.

Quant à la nature de l'acide insoluble dans l'éther, la question est difficile à élucider, car les expériences sont contradictoires.

En effet, d'une part, il est bien évident, d'après tous les faits énoncés plus haut, que l'acidité du suc gastrique n'est pas due à l'acide lactique.

D'autre part, il y a un excès de chlore, ce qui semble faire admettre que l'acide chlorhydrique est l'acide insoluble dans l'éther.

Cependant quelques réactions paraissent prouver que l'acide insoluble n'est pas de l'acide chlorhydrique libre, du moins dégagé de toute combinaison avec les acides organiques.

Nous allons exposer les épreuves qui démontrent cette différence entre l'acide chlorhydrique libre et l'acide du suc gastrique. Ces épreuves reposent sur la nature du coefficient de partage en présence des acétates, sur la dialyse, sur l'interversion du sucre de canne et sur diverses réactions signalées par plusieurs physiologistes.

1° *Coefficient de partage.* – L'acide chlorhydrique libre n'a pas de coefficient de partage appréciable, mais on peut manifester sa présence par une réaction très-simple. En effet, ainsi que l'a montré M. Berthelot, si on met un acétate alcalin en excès en présence de l'acide chlorhydrique, le chlore se fixe sur le métal, et l'acide acétique est mis en liberté.

C'est ce que montre l'expérience suivante, identique à une des expériences de M. Berthelot. Soit une solution d'acide chlorhydrique avec un excès d'acétate de soude, en présence de

l'éther. On retrouve sensiblement le coefficient de partage de l'acide acétique :

Solution aqueuse.	5.7	C = 1.7
Éther.	3.4	

Appliquons cette réaction au suc gastrique (1). En prenant du suc gastrique de même acidité que la solution chlorhydrique précédente, et en y ajoutant une dose égale d'acétate de soude, le coefficient de partage sera différent :

I.	Suc gastrique.	11.6	C = 5.3
	Éther.	2.2	
II.	Suc gastrique.	9.6	C = 5.
	Éther.	1.9	

Ainsi, par l'acide libre du suc gastrique, la totalité de l'acide acétique n'est pas mise en liberté comme par une solution d'acide chlorhydrique.

Même si on fait bouillir le suc gastrique avec l'acétate de soude, le coefficient de partage ne changera pas sensiblement :

III.	Suc gastrique.	13.3	C = 5.8
	Éther.	2.1	

De même encore, si on évapore du suc gastrique jusqu'à consistance sirupeuse. En reprenant ensuite par l'eau et l'acétate de soude, on trouve :

IV.	Suc gastrique.	9.3	C = 5.4
	Éther.	1.7	

La moyenne de ces quatre expériences concordantes donne 5.3, ce qui diffère notablement du coefficient de partage de l'acide acétique, soit 1.4, et ce qui ne permet pas d'identifier l'acide libre du suc gastrique à l'acide chlorhydrique.

Il semble qu'avec du suc gastrique frais, le résultat soit encore plus net : en effet, avec du suc gastrique de squale, frais, traité par l'acétate de soude, je trouve :

V.	Suc gastrique.	2.2	C = 7.3
	Éther.	0.3	

(1) L'expérience a été faite avec du suc gastrique de poisson.

Avec du suc gastrique de veau, le résultat est le même.

Ces faits nous permettent de conclure que l'acide du suc gastrique ne se comporte pas comme une solution d'acide chlorhydrique, et qu'il ne déplace pas, en totalité, l'acide acétique des acétates.

Si on pose l'équation normale du coefficient de partage de l'acide acétique on a :

$$\frac{M}{1} = 1.4$$

et en prenant la moyenne des expériences qui précèdent, et qui est égale à 5.7, on a :

$$\frac{M}{x} = 5.7, \text{ soit } x = \frac{5.7}{1.4} = 0{,}4.$$

Ainsi, en représentant par 1 la quantité de l'acide acétique d'un acétate mise en liberté par l'acide chlorhydrique, la quantité d'acide acétique du même acétate, mise en liberté par le suc gastrique, sera 0.4, c'est-à-dire moins de la moitié de la quantité normale.

Ce fait mérite d'attirer l'attention ; car c'est une démonstration formelle que l'acide chlorhydrique n'existe pas, à l'état libre, dans le suc gastrique, mais qu'il est combiné à des substances qui lui font perdre une partie de ses propriétés.

Pour appuyer cette conclusion sur une expérience directe, il fallait prendre une solution aqueuse d'acide chlorhydrique, et la combiner aux corps neutres ou faiblement basiques contenus dans la muqueuse de l'estomac.

Voici comment j'ai institué cette expérience :

La caillette d'un veau récemment tué, est débarrassée de toutes les matières alimentaires qui la souillent, et soigneusement lavée par un courant d'eau froide. On prend sa muqueuse, qu'on détache, et qu'on fait macérer une heure dans environ 100 cc. d'eau contenant 0.25 d'acide chlorhydrique, à la température de 45° environ. Au bout d'une heure, on porte le tout sur un filtre. La solution filtre difficilement ; mais, en une demi-journée, on a une suffisante quantité pour faire toutes les expé-

riences nécessaires. C'est un liquide transparent, légèrement citrin, et ne contenant que de l'acide chlorhydrique et les éléments du suc gastrique pur.

Or ce liquide, qui devrait se comporter vis-à-vis de l'acétate de soude comme l'acide chlorhydrique, se comporte comme le suc gastrique, ainsi que le démontrent les expériences suivantes :

VI.	Solution.	8.4	R = 5.2
	Éther.	1.6	
VII.	Même solution.	6.4	R = 5
	Éther.	1.3	

Le lendemain, toute la liqueur, ayant achevé de filtrer, semble encore plus riche en chlorhydrate de leucine :

VIII.	Même solution.	4.2	R = 6
	Éther.	0.7	
IX.	Même solution.	5.3	R = 6.6
	Éther.	0.8	

Par conséquent, dans cette expérience, nous avons fait, en quelque sorte, la synthèse du suc gastrique, et, par la combinaison de l'acide chlorhydrique avec les substances organiques qui existent dans la muqueuse de l'estomac, reproduit un liquide dans lequel l'acide chlorhydrique n'est plus libre, mais combiné, avec les mêmes caractères que dans le suc gastrique naturel.

Reportons-nous maintenant à la composition des matières protéiques que M. Schützenberger a récemment si bien analysées (1). M. Schützenberger a montré que l'albumine et toutes les matières analogues étaient des corps très-complexes, mais que leur constitution les rapprochait du glycocolle, ou sucre de gélatine, de la leucine et des amides semblables, ayant la formule générale :

$$C^n H^{n+1} Az O^4.$$

Or le glycocolle se combine à l'acide chlorhydrique pour

(1) *Bull. de la Soc. chimique*, 1876, I, p. 147, etc.

donner un sel acide, et même plusieurs sels acides, selon Horsford (1) :

$$(C^4 H^5, AzO^4)\, HCl.$$
$$(C^4 H^5, Az\, O^4)^2 HCl.$$

La leucine, l'alanine, ont une constitution analogue, et M. Schützenberger a montré que les matières protéiques, traitées par l'hydrate de baryte, donnaient de la leucine, de l'alanine et du glycocolle.

En somme, ces substances peuvent se combiner aux bases et aux acides, et leur combinaison avec les acides est un sel acide, comme le chlorhydrate de glycocolle, comme le chlorhydrate de leucine, dont les solutions ressemblent à des solutions d'acide chlorhydrique.

Elles en diffèrent toutefois par certains caractères. En particulier, elles ne se comportent pas vis-à-vis des acétates comme des solutions d'acide chlorhydrique. C'est ce qui résulte des expériences suivantes, faites en présence de l'acétate de soude, pour comparer les réactions des chlorhydrates de glycocolle et de leucine à la réaction du suc gastrique :

1.	Chlorh. de glycocolle	5.8	R = 2.5
	Éther.	2.3	
2.	Chlorh. de leucine	5.6	R = 2.8
	Éther.	2.0	
3.	Même solution.	7.3	R = 2.6
	Éther.	2.8	
4.	Même solution.	1.9	R = 2.7
	Éther.	0.7	
5.	Même solution.	1.4	R = 2.8
	Ether.	0.5	
6.	Même solution, avec deux équivalents de leucine.	8.4	R = 3.8
	Éther.	2.2	
7.	Même solution, avec trois équivalents de leucine	5.3	R = 4.8
	Éther.	1.1	

(1) *Ann. der Chim. u. Pharmac.* t. LX, p. 1.

Ces expériences viennent confirmer l'hypothèse que nous émettions plus haut, à savoir, que l'acide chlorhydrique est combiné, dans le suc gastrique, à une substance analogue à la leucine ou au glycocolle, comme si l'acide libre du suc gastrique était le chlorhydrate de cette substance.

Au lieu d'opérer sur la muqueuse stomacale, j'ai opéré sur de la pepsine commerciale (préparée par M. Hottot), et j'ai constaté le même résultat :

8.	Solution de pepsine, d'HCl et d'acétate de soude.	5.3	R = 4.4.
	Éther.	1.2	
9.	Même solution.	2.7	R = 5.2
	Éther.	0.5	

Il est probable que cette combinaison ne peut s'effectuer avec les matières albuminoïdes. En effet, avec de la fibrine (putréfiée) dissoute dans l'acide chlorhydrique, on retrouve le coefficient de partage de l'acide acétique, comme avec les solutions aqueuses d'acide chlorhydrique :

10.	Solution.	1.2	R = 1.7
	Éther.	0.7	

Résumons les résultats de ces expériences :

1° L'acide chlorhydrique, en solution aqueuse, déplace tout l'acide acétique des acétates.

2° L'acide du suc gastrique ne déplace que la moitié de l'acide acétique des acétates.

3° Il existe dans la muqueuse stomacale des substances qui se combinent à l'acide chlorhydrique. La solution se comporte comme du suc gastrique naturel, et ne déplace que la moitié de l'acide acétique des acétates.

4° Le glycocolle, la leucine, la pepsine dissoutes dans l'acide chlorhydrique, se comportent à peu près comme le suc gastrique, et ne déplacent guère que la moitié de l'acide acétique des acétates.

5° Par conséquent, il est vraisemblable que l'acide du suc gastrique est le chlorhydrate d'une base faible, qui se comporte

vis-à-vis de l'acide chlorhydrique à peu près comme la leucine ou le glycocolle.

Ces faits rendaient vraisemblable l'existence dans le suc gastrique d'une substance analogue à la leucine ; et en effet, il existe dans le suc gastrique et dans les glandes stomacales des quantités notables de la leucine. Mais j'ai voulu conserver l'ordre que j'ai suivi dans mes expériences, pour montrer par quelle série d'inductions je suis arrivé à rechercher la leucine du suc gastrique.

Il est probable que, si les physiologistes n'ont pas jusqu'ici constaté de leucine dans le suc gastrique, cela tient à ce que, quand elle est combinée à l'acide chlorhydrique, la leucine ne peut cristalliser, et qu'il est presque impossible de la trouver dans une solution acide.

Voici comment j'ai procédé pour la recherche de la leucine. Ayant préparé une infusion stomacale avec huit caillettes de veau, d'après la méthode indiquée ci-dessus (1), j'ai obtenu environ 800^{cc} d'une solution chlorhydrique, l'addition d'acide chlorhydrique étant nécessaire pour enlever les substances actives contenues dans la muqueuse et empêcher la putréfaction. Cette solution fut traitée par une quantité suffisante de carbonate d'argent récemment précipité et chauffée légèrement, puis filtrée, de manière à être tout à fait dépourvue d'acide chlorhydrique. En faisant passer un courant d'hydrogène sulfuré, on précipite à l'étatde sulfure l'oxyde d'argent qui s'est formé partiellement pendant la réaction. Mais on ne peut séparer par filtration le sulfure d'argent : il faut évaporer lentement dans le vide ou à une chaleur modérée : quand la liqueur est évaporée à consistance sirupeuse, on la reprend par l'alcool absolu bouillant, à plusieurs reprises. On ne dissout ainsi que la leucine, la tyrosine et les substances semblables, tandis que les peptones, le sulfure d'argent et les sels minéraux sont insolubles dans ces conditions. Dans la liqueur alcoolique évaporée, puis abandonnée à elle-même, on constate la présence de tyrosine, et surtout de leucine.

(1) Voyez page 50.

La quantité de leucine que m'ont donnée ces huit caillettes de veau traitées par 2,5 d'acide chlorhydrique, peut être évaluée à 5 grammes environ. La quantité de tyrosine est plus faible.

Par des cristallisations fractionnées, on peut isoler ces deux corps des matières extractives qui les accompagnent, et les obtenir à l'état de pureté suffisante pour constater leurs caractères chimiques et cristallographiques.

Ainsi, de même qu'on trouve de la leucine dans le pancréas, on en trouve aussi dans l'estomac. Mais dans l'estomac elle est combinée à l'acide chlorhydrique, en sorte qu'elle modère pour ainsi dire l'action de l'acide, et c'est probablement sous cette forme de combinaison que l'acide chlorhydrique est sécrété par les glandes stomacales : quant à l'action de la leucine sur la digestion de l'albumine, c'est un point qui n'a pas encore été étudié, et sur lequel je me propose de revenir.

2. *Dialyse.* — Si on soumet à la dialyse, dans des conditions identiques, du suc gastrique et une solution d'acide chlorhydrique de même titre acide, les deux liqueurs se comporteront différemment.

En faisant dialyser pendant vingt-quatre heures 135^{cc} de suc gastrique dont l'acidité totale répondait à 0,510 (en poids de HCl) en présence de 800^{cc} d'eau, au bout de vingt-quatre heures (les deux liqueurs n'ayant pas changé de volume), la solution dialysée présentait une acidité totale de 0,016, la solution non dialysée, une acidité totale de 0,526.

En faisant dialyser dans les mêmes conditions, dans des vases identiques, une solution d'acide chlorhydrique de même titre, les deux liqueurs n'ayant pas changé de volume, la solution dialysée présentait une acidité totale de 0,12, la solution non dialysée de 0,35.

Si on fait le rapport des volumes, et si on calcule la quantité d'acide ayant été dialysée dans ces deux cas, on verra que, pour

le suc gastrique, $\frac{1}{94}$ de l'acide a été dialysé, tandis que, pour la solution d'acide chlorhydrique, $\frac{1}{25}$ de l'acide a été dialysé.

En laissant pendant trois jours du suc gastrique soumis à la dialyse, dans des conditions toujours identiques, j'ai constaté que $\frac{1}{28}$ de l'acide avait été dialysé, que par conséquent, même après un temps trois fois plus long, l'acide du suc gastrique n'avait pas été dialysé en si grande quantité que l'acide chlorhydrique d'une solution aqueuse en vingt-quatre heures.

D'après les chiffres rapportés plus haut (1), le poids du chlore total était de 0,526 pour la liqueur dialysée, de 3,112 pour la liqueur non dialysée; le poids du chlore combiné de 0,44 pour la liqueur dialysée, de 2,05 pour la liqueur non dialysée. Donc le poids du chlore total est dans les deux cas supérieur au poids du chlore combiné : de 0,08 seulement pour la liqueur dialysée, de 1,06 pour la liqueur non dialysée.

Si maintenant on cherche si les chlorures alcalins ont été dialysés plutôt que l'acide, on verra que, pour la liqueur dialysée et la liqueur non dialysée, le rapport du chlore de l'acidité dans ces deux liqueurs est de 0,236 à 3,454, c'est-à-dire de 1 à 15, tandis que le rapport du chlore combiné est de 0,44 à 2,05, par conséquent de 1 à 4. Ainsi, quand $\frac{1}{4}$ des bases a été dialysé, il n'y a que $\frac{1}{15}$ de l'acide qui a été dialysé pendant le même temps. Nous pouvons en conclure ce fait important :

L'acide du suc gastrique est un acide chloré qui passe en partie à la dialyse, mais qui est dialysé moins facilement que l'acide chlorhydrique.

Il était intéressant de comparer le chlorhydrate de leucine à une solution aqueuse d'acide chlorhydrique, et à une solution d'acide chlorhydrique dans le suc gastrique.

En prenant ces trois solutions de même acidité, soumises à la dialyse dans des conditions absolument identiques, et pendant le même temps, j'ai trouvé que, si on représentait par 1 la quantité d'acide ayant été dialysé dans la solution aqueuse d'acide chlorhydrique, on trouvait qu'avec la solution de leu-

(1) Voyez page 35.

cine, 0,7 de l'acide ont été dialysés, et avec le suc gastrique additionné d'acide chlorhydrique, 0,3 seulement ont traversé la membrane.

Ces expériences confirment les résultats démontrés plus haut par la méthode des coefficients de partage, à savoir que l'acide chlorhydrique, dans sa combinaison avec la leucine, n'a pas les mêmes propriétés qu'en solution aqueuse, et que l'acide chlorhydrique ajouté au suc gastrique se comporte comme dans une solution de leucine.

3° *Interversion du sucre de canne.* — M. Laborde (1) a montré que le suc gastrique ne pouvait pas intervertir le sucre de canne, comme une solution d'acide chlorhydrique de même titre, tandis qu'en ajoutant une trace de cet acide à la solution gastrique, on la rendait plus apte à cette interversion du sucre. Il en est de même pour la transformation de l'amidon en sucre.

La conclusion de M. Laborde est qu'il n'y a pas d'acide chlorhydrique. Szabo, employant la même méthode, est arrivé à une conclusion mixte. Suivant lui, il y a tantôt de l'acide chlorhydrique, tantôt de l'acide lactique (2).

Si les expériences de ces deux observateurs sont exactes, ce qui est très-probable, d'après les expériences que je rapporte plus loin, leurs conclusions sont probablement fautives. Car ils ne pouvaient conclure que ceci : l'acide du suc gastrique ne se comporte pas comme l'acide chlorhydrique en solution aqueuse vis-à-vis du sucre de canne et de l'amidon.

Admettant, contrairement à ces deux chimistes, que le suc gastrique ne contient pas d'acide lactique, mais de l'acide chlorhydrique, j'ai voulu vérifier leurs expériences, et je les ai trouvées très-exactes.

Les expériences ont été faites avec du suc gastrique de poisson, dont l'analyse par la méthode de Schmidt a été donnée plus haut, et qui, traité par l'éther, n'a abandonné à l'éther que

(1) *Mém. de la Soc. de biol.*, 1874, p. 73.
(2) *Zeitsch. f. Physiol. Chemie.*, p. 140, t. I, 1877.

des traces d'acide. On peut donc admettre que ce liquide contenait du chlore libre, et n'avait que des traces d'acide sarcolactique.

En portant le mélange de sucre de canne et de suc gastrique à l'ébullition pendant une demi-minute seulement, on a des résultats extrêmements nets, puisqu'il y a ou il n'y a pas réduction du sucre, ce qu'on constate très-facilement par la liqueur de Fehling, sans qu'il soit besoin de doser le glycose formé.

Avec 10 cc. d'une solution étendue de sucre de canne pur et 10^{cc} de différentes liqueurs acides, j'ai eu les résultats suivants :

	Solution aqueuse d'HCl. à 3.4 p. 1000	= Réduction.
A.	Suc gastrique de même titre.	= Pas de réduction.
	Suc gastrique neutralisé, puis additionné d'HCl; finalement au même titre.	= Réduction.
	Suc gastrique étendu de son volume d'eau, puis additionné d'HCl et ramené au même titre.	= Réduction.
B.	Solution aqueuse d'HCl (à 2.4 pour 1000).	= Réduction.
	Suc gastrique de même titre.	= Pas de réduction.
	Suc gastrique étendu d'eau et additionné d'HCl, finalement au même titre.	= Réduction.

Ces expériences, plus nettes peut-être que celles de M. Laborde et celles de M. Szabo, ont absolument la même signification, et ne prouvent qu'une seule chose : c'est que l'acide du suc gastrique n'est pas de l'acide chlorhydrique libre, c'est-à-dire dégagé de toute combinaison avec les matières organiques.

Or, cette combinaison de l'acide chlorhydrique avec la leucine, ou d'autres substances contenues dans la muqueuse stomacale, est mise hors de doute par toutes les expériences précédentes. Il n'est donc pas surprenant que le suc gastrique n'agisse pas sur le sucre de canne ou l'amidon, comme de l'acide chlorhydrique libre, puisqu'il n'y a pas d'acide chlorhydrique libre, mais de l'acide chlorhydrique combiné.

Il est probable d'ailleurs que cette combinaison de l'acide chlorhydrique avec les substances protéiques (amides) ne se fait pas instantanément. Aussi doit-on s'attendre, en ajoutant de l'acide chlorhydrique après neutralisation, à ne plus retrouver les caractères du suc gastrique primitif que ces divers traitements chimiques ont altéré.

4° *Réactions colorantes.* — La plupart des réactions colorantes, sulfate d'aniline et bioxyde de plomb (Béclard et Laborde), sulfocyanure de potassium et citrate de fer (Reoch), montrent que le suc gastrique ne se comporte pas comme de l'acide chlorhydrique en solution aqueuse.

Avec la phtaléine du phénol, la différence est aussi très-nette. Une solution chlorhydrique neutralisée par l'eau de chaux présente une teinte rouge éclatante, et il suffit d'une seule goutte d'eau de chaux à $\frac{1}{100}$ pour déterminer le passage de l'état incolore (acide), à l'état coloré (basique). Mais, avec le suc gastrique, il faut au moins huit ou dix gouttes pour avoir avec certitude un changement de coloration. Il semble que la liqueur hésite à devenir basique, comme s'il se trouvait des bases faibles neutralisant d'une manière insuffisante l'acidité de l'acide chlorhydrique.

Or, avec la solution chlorhydrique de leucine, on a absolument le même phénomène, et il est très-difficile d'apprécier avec exactitude le moment où la liqueur passe au rouge, c'est-à-dire devient franchement basique.

5° Je ne mentionnerai que pour mémoire les diverses réactions imaginées pour démontrer qu'il n'y a pas d'acide chlorhydrique dans le suc gastrique.

A. Le suc gastrique ne décompose pas à froid l'acide carbonique du carbonate de chaux (Blondlot).

B. L'oxalate de chaux est complétement insoluble dans le suc gastrique (Claude Bernard).

C. La pepsine est indiffusible : mais, si on ajoute un acide, spécialement de l'acide chlorhydrique, elle devient très-diffusible, comme s'il s'était formé un nouveau corps (Wittich) (1).

(1) *Archives de Pflüger*, t. V, p. 450.

Ces réactions, peut-être contestables, démontrent seulement qu'il n'y a pas d'acide chlorhydrique libre, et ne peuvent prouver autre chose.

C'est aussi cette conclusion que nous adoptons.

En résumé, nous pensons avoir démontré ces faits :

1° L'acide libre du suc gastrique est de l'acide chlorhydrique.

2° Cet acide chlorhydrique n'est pas à l'état de liberté, mais à l'état de combinaison. On peut faire la synthèse de cette combinaison en chauffant une solution chlorhydrique avec l'infusion d'une muqueuse stomacale.

3° Cette combinaison est du chlorhydrate de leucine.

Le suc gastrique contient encore une substance d'une nature spéciale, découverte par Schwann, et dont l'importance est considérable, au point de vue des phénomènes de la digestion.

En 1836 Schwann (1) fit voir que, si on traite la muqueuse stomacale par l'eau acidulée, on peut obtenir une dissolution analogue au suc gastrique, et agissant comme le suc gastrique lui-même. En précipitant cette dissolution par l'acétate de plomb, on a un composé de plomb avec une substance organique. Si on reprend le précipité par l'eau, en y faisant passer un courant d'hydrogène sulfuré, le plomb se précipite à l'état de sulfure, et la liqueur contient une substance qu'on peut redissoudre dans l'eau, après l'avoir évaporée. Schwann lui donna le nom de pepsine.

Wasmann (2) et Pappenheim (3) purent préparer de la pepsine plus pure, en précipitant par l'alcool la solution obtenue précédemment par Schwann. La pepsine se précipite sous la forme d'une poudre blanche floconneuse, qu'on peut redissoudre dans l'eau et dessécher, et qui est alors suffisamment pure pour les exigences de l'analyse chimique.

A partir de cette époque, de nombreux travaux furent faits

(1) *Ueber das Wesen des Verdauungsprocesses. Mullers Arch.*, 1836, p. 90.

(2) *Loc. cit.*, 1839.

(3) *Zur Kenntniss der Verdauung in gesunden und kranken Zustanden.* Breslau, 1839.

sur la pepsine (1), en sorte qu'on a pu en préparer industriellement.

Le procédé qu'on emploie pour obtenir de grandes quantités de pepsine, est fondé sur la propriété que possède ce ferment de se précipiter avec les substances inertes qu'on précipite dans une de ses solutions (2).

On prend l'estomac d'un veau, ou mieux d'un porc, et on sépare la tunique muqueuse de la tunique musculaire. La muqueuse est alors coupée en petits morceaux, et mise à macérer dans de l'eau tiède (vers 40 ou 50 degrés), acidulée avec 2 à 4 millièmes d'acide phosphorique. Après décantation, la solution acide est neutralisée par la chaux. Le phosphate basique de chaux, en se précipitant, entraîne mécaniquement la pepsine. Le précipité est recueilli, redissous, et la pepsine peut être séparée du sel de chaux soit par dialyse, soit par une nouvelle précipitation au moyen de l'alcool. Malheureusement, l'alcool fait perdre à la pepsine une partie de ses propriétés digestives, ainsi que je m'en suis souvent assuré, et il faut renoncer à ce moyen de purification.

Brücke (3) a proposé, pour préparer de la pepsine pure, un moyen assez compliqué. La pepsine en solution est agitée avec une dissolution de cholestérine, d'alcool et d'éther. La cholestérine en se précipitant entraîne la pepsine. La pepsine ainsi obtenue est traitée par l'éther, qui enlève la cholestérine et laisse de la pepsine très-pure.

Wittich (4) a montré que, pour obtenir la pepsine ainsi que les autres ferments actifs des glandes, il valait mieux employer la glycérine, qu'alors l'extrait stomacal ne se putréfiait pas, et qu'on pouvait extraire toute la pepsine contenue dans l'es-

(1) Deschamps, *Journ. de pharmacie*, 1840, p. 416, l'appelle chymosine. Payen, *Comptes rendus de l'Ac. des sciences*, 1843, t. XVII, p. 654, l'appelle gastérase. On peut consulter les travaux de Valentin, *Froriep's Notizen*. — Elsässer, *Magenerweichung der Saüglingen*. Stuttgard, 1845.

(2) Cette propriété a été découverte par Mialhe, *Mém. sur la digestion et l'assimilation des matières albuminoïdes*, 1847. — *Chimie physiologique*, 1856.

(3) *Sitzb. d. Kais. Ac. d. Wissen. in Wien*, 1859, t. XXXVIII, p. 14,

(4) *Arch. de Pflüger*, t. II, p. 193, et t. V, p. 435.

tomac. En versant de l'alcool dans de la glycérine, on a un précipité, qui est de la pepsine sensiblement pure (1).

L'analyse de la pepsine a montré que sa constitution était sensiblement la même que celle des matières albunimoïdes. Vogel (2) a donné des chiffres vraisemblablement peu exacts. Schmidt (3) a trouvé les chiffres suivants, qu'il est intéressant de comparer à ceux des matières albuminoïdes en général :

Pepsine.	C = 53.0	Matières albumin.	C de 53.7 à 54.5
	H = 6.7		H de 6.9 à 7.3
	A_2 = 17.8		A_2 de 15.4 à 17.0
	O = 22.5		O de 20.9 à 24.5

Nos connaissances sur la pepsine sont encore bien précaires, puisque Schiff (4) a pensé que la pepsine n'est pas un corps albuminoïde, ni même azoté. Il s'appuie sur ce fait : que l'injection d'une petite quantité de dextrine, corps non azoté, dans le sang, fait apparaître immédiatement la pepsine dans l'estomac : Brücke semble être arrivé à un résultat analogue. Il a obtenu un liquide peptique extrêmement pur, doué de propriétés peptonisantes énergiques, et n'ayant aucun des caractères propres aux autres substances protéiques.

Selon Harley (5), il y aurait dans le suc gastrique 2 p. 100 de pepsine. Je n'ai pas besoin d'ajouter que cette affirmation ne repose sur aucune preuve, et que, pour démontrer un pareil fait, il faudrait des expériences bien plus précises, et une connaissance exacte de la constitution chimique de la pepsine. Schmidt admettait 17 grammes de pepsine pour 1000 ; mais il s'agit évidemment de pepsine impure dans l'un et l'autre cas,

(1) Cette opinion n'est pas exacte pour ce qui concerne l'extrait stomacal non acidifié. Ayant laissé des estomacs de brochet dans de la glycérine non acidifiée, je les trouvai au bout de plusieurs jours complétement putréfiés. Je reviendrai plus tard sur ce point.

(2) Voy. *Journ. de Pharmacie*, 1842, t. II, p. 276.

(3) *Bidder et Schmidt, Die Verdauungsäfe*, p. 46.

(4) *Leç. sur la digestion*, t. II, p. 75.

(5) *Brit. and Foreing med. Chir. Rev.* Janv 1860, p. 206. Analysé dans le *Journal de la physiologie*, 1862, t. V, p. 632.

et nous ne pouvons, sur la quantité absolue de pepsine contenue dans l'estomac, faire que des hypothèses inutiles.

En somme, jusqu'ici, le seul moyen, bien imparfait. de doser la pepsine, est de mesurer son activité sur les substances albuminoïdes.

Il y a déjà longtemps, Magendie, Claude Bernard, Schiff, prenaient de petits cubes d'albumine coagulée, et jugeaient de l'activité de la pepsine en examinant l'état des angles plus ou moins dissous, suivant l'activité du suc gastrique.

Brücke pesait la fibrine dissoute et la fibrine restée en solution.

Plus récemment, Gruenhagen a recommandé le procédé suivant (1) : on prend de la fibrine du sang, on la dessèche, on la pèse, et on la met sur un filtre qu'on arrose de la solution peptique. Le tout est chauffé à 40°. La rapidité avec laquelle la fibrine se dissout et passe à travers le filtre, donne la mesure de l'activité avec laquelle la pepsine agit sur ce corps.

Grutzner a proposé de colorer la fibrine par une substance colorante, et de juger de l'activité de la pepsine par la coloration de la liqueur, d'autant plus intense que plus de fibrine colorée s'est dissoute (2).

En somme, la pepsine, dans son plus grand état de pureté (3), se présente sous la forme d'une poudre grisâtre, soluble, quoique difficilement, dans l'eau distillée. Chauffée avec la potasse ou l'acide nitrique, elle réagit comme les autres matières protéiques. Les sels métalliques, l'alcool, le tanin, la précipitent.

D'après Wittich (4), la pepsine ne diffuse que lorsqu'elle est dissoute dans une solution acide, tandis que, d'après Wolffhügel (5), son pouvoir diffusif serait à peu près nul, comme aussi d'après Hammarsten (6) et Maly (7).

(1) *Arch. de Pflüger*. t. V, p. 203.

(2) *Arch. de Pflüger*, t. VII, p. 453.

(3) On ne peut avoir que de la pepsine impure. Je préparais la pepsine moi-même par les procédés indiqués plus haut. Je me suis aussi servi avec avantage de la pepsine préparée industriellement par MM. Hottot avec l'estomac de porc.

(4) *Arch. de Pflüger*, t. V, p. 450.

(5) *Arch. de Pflüger*, t. VII, p. 188, 1873.

(6) *Jahresber, f. Thierchemie* pour 1873, t. III, p. 160.

(7) *Arch. de Pflüger*, t. IX, p. 592.

L'action de la température agit sur le ferment stomacal d'une manière variable, selon les animaux qu'on examine.

Pour ce qui concerne les mammifères, Blondlot a vu qu'on pouvait congeler le suc gastrique sans lui faire perdre ses propriétés, tandis que, d'après Schiff, en le chauffant à 100°, on le rendrait inactif.

Selon Wittich (1) la pepsine, chauffée quelques minutes à 80° ne perd pas son activité, tandis que, si on la maintient pendant plusieurs heures à 70°, elle devient complétement inactive.

D'après Finkler (2), la pepsine chauffée au-dessus de 40 degrés subirait une certaine modification, et perdrait une partie de ses propriétés. Il propose d'appeler *isopepsine* cette pepsine chauffée. En général, la pepsine du commerce serait de l'isopepsine.

Dans le suc gastrique, la pepsine est toujours acide, et pour l'extraire complétement de l'estomac d'un animal mort, il faut toujours acidifier l'eau qui sert à la macération. Boudault a montré que, lorsque l'estomac lavé avec de l'eau ne donne plus de pepsine, il en fournit encore quand on verse quelques gouttes d'acide chlorhydrique dans le mélange (3). Le fait a été à tort contesté par Will (4), et mériterait d'être examiné de nouveau. D'après Bardeleben, les aliments salés augmenteraient l'acidité du suc gastrique, et Grützner (5) admet que l'on peut extraire plus de pepsine avec l'eau salée qu'avec l'eau.

On a aussi cherché avec quel acide la pepsine avait le maximum d'action.

Selon Heidenhain, c'est l'acide azotique qui agit le mieux, tandis que, pour la plupart des auteurs, ce serait l'acide chlorhydrique. D'après Hühnefeld, après l'acide chlorhydrique, l'acide le plus favorable serait l'acide lactique, puis l'acide acétique (6). D'après Lehmann, les acides sulfurique et nitrique

(1) *Loc. cit.*, p. 454.
(2) *Arch. de Pflüger*, t. XII, et t. XIV, p. 128.
(3) *Journal de pharmacie*, de Bruxelles.
(4) *R. des sciences médic.*, 1876, t. VIII, p. 83.
(5) *Neue untersuch.*, etc., Breslau 1875.
(6) *De albuminis succo gastrico factitio solubilitate*, 1859.

ont peu d'action, et les autres acides, phosphorique, arsénique, tannique, sont presque inefficaces pour transformer les albuminoïdes en pepsine (1). Il est probable que cette opinion n'est pas exacte, au moins pour l'acide phosphorique, d'après les expériences de Blondlot et de Schiff. Valentin a cru prouver que l'acide benzoïque ne rendait pas la pepsine active (2). Quoi qu'il en soit, nous pouvons regarder comme presque certain que l'acide chlorhydrique qui se trouve dans le suc gastrique normal, est aussi le plus favorable à la digestion artificielle.

Ce que nous avons dit plus haut sur l'état de l'acide chlorhydrique dans le suc gastrique, s'appliquera avec plus d'incertitude encore à la pepsine. Il est possible que la pepsine, comme la leucine, soit faiblement combinée à l'acide chlorhydrique.

Nous avons vu que, pour Wittich, son dissolvant naturel est l'acide chlorhydrique. Ebstein et Grützner ont fait aussi des recherches dans ce sens, et quoiqu'ils soient manifestement en contradiction avec Wittich, ils admettent que la pepsine véritable n'existe ni dans le sang ni même dans les cellules. Il y aurait un ferment spécial (substance pepsinogène) qui, traité par l'acide chlorhydrique, donne de la pepsine (3). Witt (4) n'admet pas l'existence de ce ferment. D'après lui, l'estomac cède autant de pepsine à l'eau simple qu'à l'eau additionnée d'acide ou à la glycérine.

Il est certain qu'il y aurait un très-grand intérêt à examiner, à l'aide de la méthode des coefficients de partage, le suc gastrique des différents animaux. Disons d'abord en quelques mots quelle est la méthode qu'il serait avantageux de suivre.

Si l'on a pu se procurer un estomac frais, contenant des matières à demi digérées, on met à part les produits de la digestion, pour les examiner séparément.

On prend ensuite la muqueuse, qu'on lave rapidement et qu'on sépare ensuite, si cela est possible, de la tunique muscu-

(1) *Lehrbuch der physiol. Chemie*, t. II, p. 48.
(2) *Ueber Verdauung. Froriep's Notizen*, 1836, p. 211.
(3) *Arch. de Pflüger*, t. VIII, p. 122. *Ueber Pepsinbildung in Magen.*
(4) *Analysé dans la Revue des sc. médic.*, t. VIII, p. 83, 1876.

leuse, et on la broie avec de l'eau à 40°, si c'est un animal à sang chaud, à 25° si c'est un Reptile, un Batracien ou un Poisson. Le liquide obtenu ainsi est divisé en deux portions. La première servira à reconnaître les acides, l'autre à reconnaître la pepsine. En tout cas, il sera avantageux de faire passer, pendant quelque temps, dans l'infusion gastrique, un courant d'oxygène. Cinquante grammes au moins seront nécessaires. On prendra vingt grammes, qu'on traitera par l'éther; le rapport de partage R indiquera si l'on a affaire à l'acide chlorhydrique ou à un acide organique; le rapport de partage de l'éther acide agité avec l'eau distillée (R') indiquera la nature de l'acide soluble. On pourra, s'il existe des quantités suffisantes de cet acide, reprendre les vingt grammes de la liqueur, les traiter par la chaux jusqu'à neutralisation, évaporer au bain-marie, et traiter le résidu par quelques gouttes d'acide sulfurique et une grande quantité d'éther. En évaporant l'éther, on aura un résidu acide qu'on parviendra peut-être à faire cristalliser sous la forme d'un sel.

L'autre portion (trente grammes) sera traitée par l'acide phosphorique, puis la chaux, jusqu'à neutralisation. Le précipité recueilli, acidulé avec l'acide chlorhydrique, puis dialysé pendant quelques temps, servira à faire une digestion artificielle sur la fibrine. L'activité de cette digestion artificielle sera jugée par la quantité de fibrine transformée en peptone.

On aura ainsi évalué approximativement l'acidité et la richesse en pepsine du suc gastrique à examiner.

On ne possède encore que bien peu de données sur la physiologie comparée du suc gastrique chez les différents êtres. On sait seulement que tous les estomacs de Vertébrés possèdent un ferment peptique, lequel, étant acidifié naturellement ou par l'adjonction d'un acide, peut peptoniser les substances protéiques. Nous avons à examiner quelles sont comparativement la quantité de suc gastrique sécrété, la quantité d'acide, la quantité de ferment actif, enfin les conditions de température selon les diverses classes d'animaux.

La quantité de suc gastrique sécrété n'a été que bien

rarement recherchée par les physiologistes, et, en effet, cette recherche est impossible à faire d'une manière rigoureuse. Il faudrait d'abord déterminer les quantités relatives de suc gastrique et de mucus, savoir ce qui est absorbé par les veines stomacales, et ce qui passe par le pylore. Ce n'est pas tout; car, avec l'état du sang ou de la muqueuse, avec les aliments divers, le suc gastrique sera plus ou moins riche en pepsine, plus ou moins acide. Ce n'est donc pas la quantité d'eau qui dialysera à travers les glandes peptiques, mais la quantité de ferment digestif sécrété qu'il serait utile d'évaluer.

Quoi qu'il en soit de ces difficultés insolubles, Lehmann admet que les animaux peuvent, en vingt-quatre heures, sécréter un poids de suc gastrique équivalant au dixième de leur poids. Un homme pourrait donc sécréter par jour six à sept kilogrammes de suc gastrique. D'après Corvisart, un chien sécrète, en vingt-quatre heures, 50 à 60 gr. de suc gastrique par kilogramme de son poids. Malheureusement ces auteurs n'ont pas tenu compte de l'intermittence dans la sécrétion, ce qui rend leurs résultats presque sans valeur.

Il semble, ainsi que l'avaient à peu près constaté sur des chiens Tiedemann et Gmelin et Blondlot, que la quantité de liquide sécrété soit proportionnelle à la masse d'aliments. Sur le jeune Marcelin, atteint de fistule gastrique, l'acidité de la masse alimentaire ne variait que peu, quoique les aliments ingérés fussent neutres. Ainsi il fallait que l'estomac déversât sans cesse une nouvelle quantité de liquide acide pour maintenir la masse dans une acidité à peu près constante. La fermentation acide ne peut être regardée comme suffisamment énergique pour donner toute cette acidité. Il reste à savoir si la pepsine est sécrétée en même temps que l'acide et quelle est la quantité d'eau sécrétée en même temps que le ferment et l'acide : toutes questions à peu près sans réponse possible aujourd'hui.

Ainsi, pour ce qui est de la quantité de suc gastrique sécrété, il n'y a pas de donnée scientifique certaine, et on est borné à des conjectures.

L'acidité du suc gastrique est assez variable suivant les animaux auxquels on a affaire.

Sur l'homme, d'après des expériences très-nombreuses que je rapporte en détail un peu plus loin, l'acidité m'a donné, en moyenne, 1.7 avec un maximum de 3.4 et un minimum de 0.5. Je ne peux comprendre comment, dans les expériences faites à Dorpat sur une femme atteinte de fistule gastrique (1), l'acidité du suc gastrique ne répondait qu'à 0.200 d'acide.

Sur le chien, d'après Schmidt (2), Laborde (3) et Rabuteau (4), le suc gastrique aurait une acidité de 2.5 à 3.5 en moyenne. M. Laborde est même persuadé que cette acidité va jusqu'à 10 pour 1,000 (?). D'une manière générale, on peut donc dire que l'acidité du suc gastrique du chien est supérieure à celle de l'homme.

Les herbivores paraissent avoir une acidité inférieure à celle des carnivores. Sur le mouton, d'après Schmidt, l'acidité serait de 0.999 à 1.469, soit environ 1.2, c'est-à-dire inférieure à l'acidité des carnivores.

Ayant fait de nombreuses expériences sur la caillette des veaux, je puis affirmer que l'acidité des liquides contenus dans leur cavité stomacale est bien supérieure à ce chiffre de 1.2. Elle est de 2 grammes d'acide chlorhydrique par litre, en moyenne, ce qui pourrait faire supposer que le suc gastrique des herbivores est plus acide que le suc gastrique de l'homme. Mais cette conclusion serait manifestement erronée. En effet, les jeunes veaux, au début de leur existence, ne sont pas herbivores, mais carnivores, puisqu'ils se nourrissent du lait maternel. Alors même qu'ils commencent à prendre des aliments herbacés, ils continuent encore à s'allaiter, et on ne peut les appeler herbivores que lorsque l'allaitement a complétement cessé. Il serait intéressant de comparer l'acidité du suc gastrique d'un bœuf ou d'une vache à l'acidité du suc gastrique d'un veau.

(1) Schrœder, *Succi humani gastrici vis digestiva*. p. 36. Dorpat, nov. 1853.
(2) Bidder et Schmidt, *Die Verdauungssäfte*. Leipzig, 1852, p. 88.
(3) *Mém. de la Soc. de biol.*, 1874, p. 78.
(4) *Ibid.*, 1874.

L'estomac des Poissons est dans des conditions telles que la digestion gastrique est le fait dominant, presque exclusif, de la digestion des aliments. Comme de plus ces Vertébrés ingèrent des proies énormes, il ne faut pas s'étonner que leur suc gastrique soit extrêmement actif. J'ai fait quelques expériences sur ce sujet, tant à Paris qu'au Havre, à l'Aquarium et au Musée zoologique de cette ville (1).

Le premier fait qui frappe l'observateur qui examine le suc gastrique d'un Poisson vivant encore, ou mort depuis peu d'instants, c'est que le suc gastrique n'est pas liquide, comme le suc gastrique des Mammifères et des Oiseaux. C'est une masse mucilagineuse, difficilement miscible à l'eau, très-cohérente, et ne pouvant passer par le filtre. Le meilleur moyen de recueillir cette masse dans son plus grand état de pureté, est de prendre l'estomac d'un gros Poisson de mer (Squale, Baudroie, Roussette), vivant encore ou mort depuis peu de temps, de vider l'estomac de la masse qu'il contient, et de le laver, en y versant avec précaution quelques gouttes d'eau distillée. Puis on lie fortement l'œsophage, la ligature du détroit pylorique étant inutile. On chauffe ensuite l'estomac pendant quelques heures à une température de 40° environ ; au bout de ce temps, on ouvre l'estomac, et on peut retirer le suc gastrique qui s'est produit : c'est un mucus très-cohérent, très-acide, et qui, se dissolvant complétement dans l'eau, ne peut cependant pas filtrer en totalité, les dernières parties, très-filantes, étant incapables de filtrer.

Il semble aussi que la filtration lui fasse perdre une partie de ses propriétés. En effet, on peut, en mettant des morceaux d'albumine coagulée dans l'estomac, arriver à dissoudre et transformer complétement cette albumine, tandis qu'en prenant le même suc gastrique filtré, on ne peut obtenir cette transformation complète, ce qui s'explique facilement par ce fait, qu'une partie du suc gastrique reste sur le filtre.

(1) Je tiens à remercier ici M. G. Lennier, qui, avec sa bienveillance habituelle, m'a fait profiter des ressources scientifiques, malheureusement troppeu considérables, dont il dispose dans ces deux établissements.

L'examen microscopique confirme la supposition que ce liquide gastrique n'est pour ainsi dire que la partie superficielle de l'estomac. En effet, si on prend cette masse mucilagineuse, et si on la traite par le picrocarminate d'ammoniaque, on colorera la masse qui ne se mélangera pas au liquide. Le précipité rouge se comportera absolument comme un tissu, et pourra être lavé dans de l'eau, dans de la glycérine, etc. On pourra, par la dissociation de cette sorte de tissu, obtenir des préparations microscopiques, qu'une goutte d'acide acétique rendra très-transparentes.

Cet examen montrera qu'il s'agit d'un corps très-complexe, contenant :

1° De nombreuses cellules épithéliales, cylindriques. plus ou moins unies entre elles. Quelques-unes de ces cellules sont caliciformes.

2° Des groupes glanduleux, plus rares, se présentant sous la forme d'un amas de cellules polyédriques, sphériques ou nuclées.

3. Des débris divers (fibres musculaires, cellules de cartilage, cellules cornées, etc.), qui ont échappé au lavage préalable de la muqueuse.

4° Une matière amorphe et de fines granulations, à peine colorées par le réactif, englobant pour ainsi dire tous les éléments figurés signalés ci-dessus.

Ces faits sont assez importants, en ce qu'ils permettent de se faire une idée plus exacte sur la nature de la sécrétion en général, et de la sécrétion gastrique en particulier. Le suc gastrique, au moins chez les Poissons, dans ces conditions, n'est qu'une dépendance de la muqueuse : il est à la limite des tissus et des humeurs, en ce sens qu'on ne saurait dire si c'est un tissu ou une humeur. C'est la partie superficielle de la muqueuse, qui pendant la digestion s'est détachée de la partie profonde.

Néanmoins, comme la quantité de suc gastrique ainsi produit est toujours peu considérable, il vaut mieux, pour faire des digestions artificielles, employer le mélange de matières alimentaires à demi liquéfiées et de suc gastrique. A cet effet, on

prend la masse contenue dans l'estomac, et on ajoute quatre à cinq fois son volume d'eau distillée. Cette opération est indispensable, sinon on ne pourrait pas faire filtrer la liqueur, et toute opération chimique précise deviendrait impossible.

L'examen des matières contenues dans l'estomac a un certain intérêt. Les proies avalées par les Poissons sont en général des Poissons de plus petite espèce, quelquefois des Seiches, des Crustacés, des Astéries. On trouve aussi des pierres, quelquefois très-volumineuses, des débris de squelette d'autres Poissons, etc.

Le tégument externe des Poissons présentant une grande résistance à l'action des liquides gastriques, et les pièces ingérées étant dégluties toutes vivantes sans être mâchées, le suc gastrique, pour agir, doit commencer à entamer les parties superficielles non revêtues de tégument. C'est toujours par les orifices branchiaux que commence la dissolution peptique. La tête ne tarde pas à se séparer du tronc, y restant encore attachée par la colonne vertébrale ; puis, par l'ouverture ainsi produite, le suc gastrique s'infiltre, et gagne peu à peu, en les dissolvant, tous les muscles du corps. Quant aux cartilages, ils sont ramollis comme lorsqu'ils sont traités par un acide, et ne paraissent être digérés que difficilement.

La réaction de l'estomac, sur des animaux vivants ou très-frais, est toujours très-acide. Sur des Poissons morts depuis quelques heures, la réaction est en général acide. Cependant elle est quelquefois alcaline, et en particulier chez la Raie.

Plusieurs fois, sur des Raies fraîches en apparence, j'ai constaté que la réaction de l'estomac était franchement alcaline avec une odeur ammoniacale très-prononcée. On ne peut guère expliquer cette exception, anomalie apparente, qu'en tenant compte de l'absence chez la Raie d'un détroit pylorique bien resserré. De plus, chez les Plagiostomes, le foie est très-volumineux, et la bile très-abondante. Par conséquent, après la mort, le liquide biliaire, alcalin, et prompt à subir la décomposition ammoniacale, pénètre dans l'estomac, et neutralise d'abord, puis rend alcalins les liquides acides contenus dans

l'estomac. Mais cette alcalinité de la muqueuse n'est qu'un phénomène cadavérique : en effet, pendant la vie, la Raie a un suc gastrique très-acide ; je l'ai constaté directement sur une petite Raie vivante de l'Aquarium du Havre. Il est à noter qu'elle n'avait pas mangé depuis très-longtemps (4 à 5 mois), et que pourtant la muqueuse stomacale rougissait fortement le tournesol.

Ainsi, chez les Poissons, l'estomac est acide et agit sur les albuminoïdes : il paraît cependant qu'il y a quelques exceptions. Luchau dit (1) que, chez les Cyprins, l'estomac répond physiologiquement au pancréas, et que le suc gastrique de ces Poissons dissout la fibrine dans les solutions alcalines. Au contraire, le liquide sécrété par l'œsophage n'agit sur la fibrine que dans des solutions acides, et serait l'équivalent physiologique du suc gastrique. Selon Homburger (2), il est vrai que l'estomac des Cyprins agit sur l'amidon, les graisses et la fibrine dans une solution neutre ; il ne serait pas exact que les parties œsophagiennes pussent agir sur la fibrine dans une solution acide.

Davy a prétendu (3) que le suc gastrique des Poissons est capable de dissoudre les aliments, même quand son acide a été neutralisé.

Si cette opinion était exacte, elle établirait entre le suc gastrique des Poissons et le suc gastrique des autres Vertébrés une différence fondamentale. J'ai donc cherché à la vérifier.

Pour cela, je mélangeai à une petite quantité de fibrine, additionnée de pepsine artificielle, des fragments de la muqueuse stomacale d'un gros Brochet dont l'estomac contenait des restes à demi chymifiés et dissous ; cette muqueuse, débarrassée des liquides gastriques qu'elle avait sécrétés, était à peine acide. Après un séjour de douze heures dans l'étuve, la fibrine était putréfiée et répandait une odeur infecte. Il n'y

(1) *Centralbl. f. med. Wiss.*, 1877, n° 28.
(2) *Ibid.*, 1877, n° 31.
(3) *Physiolog. Researches*, 1863. Analysé dans le *Journ. de la Physiologie*, 1863. t. VI, p. 389.

avait donc pas eu de digestion de la fibrine; au contraire, cette même muqueuse de Brochet, mise en présence de la fibrine, et additionnée d'acide chlorhydrique, avait, au bout de trois heures, dissous et transformé la fibrine.

L'acidité du mucus gastrique des Poissons est considérable : cependant les auteurs qui se sont occupés des phénomènes de la digestion, n'ont jamais cherché à la mesurer. Voici quelques-uns des résultats auxquels je suis arrivé :

Pour mesurer cette acidité, il faut étendre la masse muqueuse qu'on retire de l'estomac de trois ou quatre fois son volume d'eau distillée. Le liquide filtré est ensuite dosé d'après les méthodes ordinaires.

Voici quelques chiffres qui indiquent, pour 1,000 grammes de suc gastrique, quelle est la quantité d'acide (évaluée en poids de HCl).

Raie (*Raja clavata*).	14.6
Baudroie (*Lophia piscatorius*).	6.2
Ange (*Squalus squatina*).	6.9
Le lendemain.	8.1
Ange (liquide provenant de trois individus).	11.8
Le lendemain.	12.6
Petite Roussette (*Scyllium catulus*).	6.9
Petite Roussette.	12.9
Grandes Roussettes (deux individus) (*Scyllium canicula*).	14.9
Le lendemain .	14.3
Brochets (deux individus).	6.0

La moyenne de ces chiffres est de 10 grammes environ d'acide chlorhydrique pour 1,000 grammes de liquide, ce qui peut s'exprimer en disant que le suc gastrique des poissons est de l'acide chlorhydrique au centième.

Ce résultat est important, même en physiologie générale, car je ne sache pas qu'on ait signalé d'autre exemple d'un liquide organique aussi acide dans les sécrétions des Vertébrés. Il était intéressant de chercher les conditions physiologiques suivant

lesquelles cette acidité va en augmentant ou en diminuant.

Ces conditions m'ont paru être au nombre de trois :

1° L'état de digestion ;

2° La température ambiante ;

3° La nature des gaz en contact avec l'estomac.

1. Si, en effet, on examine l'estomac des Poissons en pleine digestion, lorsque la cavité gastrique est remplie de matières alimentaires à demi digérées et en voie de dissolution, l'acidité de la masse sera considérable (de 10 à 14.9), tandis que, sur des poissons à jeun depuis quelque temps, c'est à peine si l'on peut recueillir quelques gouttes d'un mucus acide, mais rougissant faiblement le tournesol. Ainsi les conditions sont les mêmes pour les Poissons que pour les Vertébrés supérieurs, et il se fait, pendant la digestion, une abondante sécrétion acide.

La quantité de la masse alimentaire très-acide, contenue dans l'estomac pendant la pleine digestion, est si grande que l'intestin est alors acide jusqu'à l'anus. En général, il n'en est pas ainsi. Ainsi, dans l'état de jeûne, à partir du détroit pylorique, la réaction de la muqueuse est alcaline. Ce fait est constant chez tous les Poissons. Mais, pendant la digestion, la réaction de l'intestin varie selon les espèces. Chez la Raie, elle est constamment alcaline ; tandis que, chez la Baudroie, le papier de tournesol est rougi par tous les liquides intestinaux ; mais, je le répète, c'est seulement pendant la digestion.

2. Les animaux à sang chaud ayant une température constante, on ne peut juger des modifications que la température ambiante exerce sur les réactions chimiques de l'organisme. Il n'en est pas ainsi des animaux à sang froid, chez qui la température est variable et dépendant de la température du milieu dans lequel ils sont plongés.

On doit donc admettre que, selon que les Poissons se trouvent dans de l'eau à 5° ou à 20°, leur corps tout entier subira le même changement de température. Par le fait de ce changement, les réactions chimiques se feront avec une intensité diffé-

rente, d'autant plus grande que la température sera plus élevée.

Ce phénomène est assez simple; il est en harmonie avec tout ce que nous savons sur la nature des réactions chimiques qui se passent dans l'organisme. Cependant, il n'avait pas été soupçonné, et je n'y aurais pas probablement pensé, si le hasard ne m'avait fait examiner du suc gastrique de Poisson deux jours de suite. Or, l'un de ces jours était très-froid (à peine au-dessus de 0)., et l'autre relativement très-chaud : 15° environ. Le premier jour, tous les Poissons avaient un suc gastrique peu acide, tandis que, le lendemain, le suc gastrique de tous les autres était extrêmement acide. J'ai plusieurs fois ensuite répété cette observation. Quand il fait chaud, le suc gastrique des Poissons est bien plus acide que quand il fait froid.

J'ai fait, sur des Poissons vivants, plusieurs essais qui, par suite des difficultés de l'expérimentation, ne m'ont donné que des résultats incertains ou nuls.

Cependant, en faisant l'expérience, non plus sur l'animal vivant, mais sur l'estomac séparé, lié à ses deux bouts avec toutes les matières qu'il contenait, on réussit à développer par la chalenr l'acidité du suc gastrique. Pour cela, je pris deux Chiens de mer (*Galeus canis*) de même taille et vivant encore. Les deux estomacs urent rapidement enlevés, liés à leurs deux bouts et portés, l'un dans de l'eau à 30°, l'autre dans de l'eau froide.

Au bout de trois heures, je trouvai que l'acidité totale du premier était de 0.146, et celle du second (non chauffé) de 0.018 d'acide chlorhydrique. Par conséquent, la chaleur développe l'acidité de l'estomac sur l'animal vivant comme sur l'animal mort.

D'autres expériences m'ont donné le même résultat, quoique moins marqué : d'ailleurs, je me propose de revenir plus tard sur ce sujet très-important. Mais je crois que les faits que je viens d'énoncer permettent de conclure que la sécrétion acide de l'estomac est un phénomène chimique qui, comme la plupart des phénomènes de ce genre, est d'autant plus actif que la température est plus élevée, et que, pendant la vie, cette sécrétion

s'opère comme après la mort. L'hypothèse d'une force vitale différente des actions chimiques, et cessant d'agir quand la vie de l'individu a cessé, doit donc être absolument abandonnée. La sécrétion de l'estomac, phénomène chimique, est soumise aux mêmes lois que les phénomènes chimiques qui se font dans les cornues et les alambics; et, si le phénomène est plus complexe, il est du même ordre.

3. Une autre condition contribue à augmenter l'acidité stomacale : c'est la présence d'une certaine quantité d'oxygène.

Ainsi, ayant détaché la muqueuse du cœcum stomacal d'un Congre, l'ayant broyée, et traitée par beaucoup d'eau, je séparai l'infusion en deux parties, que je plaçai dans l'étuve à 40°. Dans un flacon, je fis passer de l'oxygène pendant deux heures. Au bout de ce temps, je mesurai l'acidité de l'un et de l'autre liquide. Le liquide où l'oxygène avait passé avait une acidité totale de 0.49, tandis que l'autre n'avait que 0.28.

Avec du suc gastrique d'autres animaux, j'ai obtenu aussi les mêmes résultats; en sorte que le phénomène est très-général et s'applique aux Poissons comme aux autres Vertébrés.

Par la méthode des coefficients de partage, on peut démontrer que, chez les Poissons comme chez l'homme, le chien et le veau, l'acidité du suc gastrique n'est pas due à l'acide lactique, mais à un acide insoluble dans l'éther. La démonstration est d'autant plus nette que le suc gastrique est plus acide, et qu'il y a une très-faible quantité d'acides solubles.

Je vais donner quelques chiffres :

1.	Suc gastrique de Congre (traité par l'oxygène).	3.0 (1)	$R > 30$
	Éther.	Traces.	
2.	Suc gastrique de Congre (mêlé aux aliments).	4	$R > 40$
	Éther.	Traces.	
3.	Suc gastrique d'Ange.	48.0	$R = 160$
	Éther.	0.3	

(1) En poids de CaO, chaque unité exprimant 0.00097, soit 0.001 de chaux.

Reprise de cet éther :

3'	Éther.	0.16	R' = 5
	Eau.	0.8	
4.	Suc gastrique d'Ange.	30.2	R > 300
	Éther.	Traces.	
5.	Suc gastrique de Raie.	22.6	R > 200
	Éther.	Traces.	

Ce même suc gastrique, traité par dix fois son volume d'éther, ne céda que très-peu d'acide, puisque son acidité était de 22.2, après avoir été épuisé par cette grande quantité d'éther.

6.	Suc gastr. de Roussettes (*Sc. caniculus*).	30.4	R = 76
	Éther.	0.4	

Reprise de cet éther :

6'	Eau.	0.8	R' = 5.3 (1)
	Éther.	0.15	

Ces expériences nous montrent donc que l'acide du suc gastrique des Poissons est, comme chez les autres Vertébrés, un acide insoluble dans l'éther (très-probablement du chlorhydrate de leucine).

Il était intéressant d'étudier l'action du suc gastrique des Poissons sur le lait, qui n'entre pas dans leur consommation alimentaire.

Or le suc gastrique des Poissons coagule le lait et dissout la caséine, avec moins de facilité peut-être que le suc gastrique des autres animaux ; mais son action n'en est pas moins très-évidente.

J'ai pu extraire une pepsine assez active de l'estomac des Brochets et d'autres Poissons. Ayant lavé avec soin l'estomac de plusieurs gros Brochets, je découpai leur estomac en petits morceaux, et le broyai dans un mortier avec un peu d'eau acidulée à la température ordinaire. Le liquide, après filtration, fut

(1) Ce chiffre, comme celui de l'expérience 3 prouve que l'acide soluble dans l'éther est probablement de l'acide sarcolactique.

traité par une grande quantité d'alcool additionné de quelques gouttes d'éther. Au bout de trois jours, un précipité floconneux, blanc, s'était déposé au fond du vase. Ce précipité recueilli, lavé à l'alcool, redissous dans l'eau, m'a donné une solution de pepsine qui, non-seulement coagulait le lait en quelques minutes, mais encore, en quelques heures, peptonisait la caséine.

Pour me rendre compte de ce dernier fait, le lait digéré fut filtré. La liqueur filtrée ne précipitait plus par l'acide nitrique. Mais, traitée par l'alcool, elle devenait opalescente. Donc une partie de la caséine s'était transformée en peptone.

Un point qu'il faut noter, c'est qu'à la basse température où vivent en général les Poissons, la coagulation de la caséine ne peut plus s'opérer, mais qu'elle se fait instantanément quand on porte le mélange à une température un peu élevée.

J'ai fait plusieurs fois l'expérience suivante, qui m'a donné toujours le même résultat. Après avoir retiré l'estomac d'une Baudroie, et lié le pylore, on injecte, par l'œsophage, une certaine quantité de lait, de manière à distendre les parois stomacales, puis l'œsophage est solidement lié. On laisse ensuite, pendant deux ou trois heures, le lait dans l'estomac, et si on le place à une température basse (au-dessous de 15°), le lait reste liquide, devient très-filant, par suite de son mélange avec le suc gastrique, mais ne se coagule pas. Mais si, sans retirer ce lait de l'estomac, on élève la température à 40°, immédiatement la caséine se coagule en masse, avec toute la soudaineté d'une réaction de la chimie minérale.

Ainsi, l'opinion de quelques auteurs sur l'activité plus grande du suc gastrique aux basses températures, n'est pas exacte pour ce qui concerne le lait, puisqu'à 15° la caséine ne se coagule pas, tandis qu'elle se coagule sur-le-champ à 40_0. Au contraire, il semble que la fibre musculaire soit déjà digérée à une basse température ; je crois cependant avoir vu la digestion se faire plus activement si la température était portée à 40°, contrairement à l'opinion de Fick et Murisier, qui croient que le suc gastrique des Poissons est actif surtout à 20°.

En résumant ces diverses observations, nous voyons que :

1° L'estomac est séparé de l'intestin, chez la plupart des Poissons, par un canal très-étroit qu'on peut appeler *détroit pylorique*, et la présence de ce canal fait que, pour la digestion alimentaire, l'estomac a, dans cette classe de Vertébrés, un rôle prédominant.

2° L'acidité est, en moyenne, de 10 grammes d'acide chlorhydrique pour 1,000 grammes de suc gastrique, et elle peut atteindre jusqu'à 15 grammes : acidité considérable, dont il n'y a probablement pas d'autre exemple chez les Vertébrés.

3° Le suc gastrique n'est pas un liquide proprement dit, mais un mucus très-épais, constitué par une matière amorphe et granuleuse, englobant des débris épithéliaux et glandulaires.

4° L'acidité de l'estomac est bien plus prononcée pendant l'état de digestion qu'en dehors de cet état.

5° La chaleur extérieure, toutes conditions égales d'ailleurs, augmente l'acidité de l'estomac, et pendant la vie, et après la mort. L'oxygène paraît avoir la même influence.

6° Le suc gastrique des Poissons coagule le lait ; mais cette réaction ne se fait qu'à une température élevée.

On peut donc dire que chez tous les Vertébrés le suc gastrique est acide, mais moins acide chez ceux qui se nourrissent de matières végétales que chez ceux qui ont besoin de digérer de la chair. Il reste à savoir si la pepsine est sécrétée également par les uns et les autres, et si cette pepsine est également active.

D'après Schiff (1), si on place un Herbivore dans certaines conditions qu'il a précisées, c'est-à-dire si on lui fait absorber des peptogènes, son estomac devient apte à digérer la viande. Selon Longet (2), en acidifiant le suc gastrique des Herbivores, moins acide que celui des Carnivores, on lui donne une activité égale. D'ailleurs, on a pu extraire une pepsine active de l'estomac du Chien, du Chat, du Mouton, du Porc, et il est probable

(1) *Leç. sur la digestion*, t. II, p. 183.
(2) *Traité de physiol.*, t. I, p. 235.

qu'on pourrait en extraire de l'estomac de tous les Mammifères. Comme on ne sait pas précisément ce qu'est la pepsine, on n'a jamais pu comparer avec une suffisante précision son activité dans les diverses classes d'animaux.

Cette identité dans la constitution des ferments stomacaux permet de changer le régime d'un Herbivore et d'en faire un Carnivore, et réciproquement. D'après Longet (1), on peut nourrir un Carnassier de végétaux, et un Herbivore de viande. Colin (2) a vu que, si les Vaches et les Lapins digéraient très-bien la chair, les Solipèdes avaient beaucoup de peine à effectuer la digestion d'aliments fibrineux. La chair musculaire, le sang, étaient, au bout de six à dix heures, à peine attaqués par les liquides de l'estomac.

Il est d'ailleurs à remarquer que, parmi les Mammifères, tous les Herbivores commencent par être Carnivores, puisqu'ils se nourrissent du lait de leur mère, et que la constitution de leur suc gastrique ne semble pas changer. Tout au plus, au moment où l'animal cesse de s'allaiter, tend-il à devenir moins acide.

Hunter aurait remarqué que la force de l'estomac double chez les Oiseaux carnassiers (Goëland et Faucon) qu'on habitue à vivre d'orge. Presque tous les Oiseaux granivores peuvent se nourrir de viande. J'ai vu des Perroquets qui semblaient prendre un vif plaisir à un repas de viande crue.

Selon Spallanzani, le suc gastrique des Serpents agit avec une grande lenteur, ce que l'illustre physiologiste attribue à la basse température à laquelle cette digestion s'opère. Mais cette raison n'est pas suffisante, puisque cette basse température est aussi chez les Poissons, qui possèdent pourtant un suc gastrique très-actif.

D'après Schiff, la limite inférieure de l'activité de la pepsine serait pour les Vertébrés de 13°, de 5° d'après Kühne. Selon Murisier (3), la muqueuse stomacale du Chien et du Cochon est

(1) *Loc. cit.*, p. 235, t. I.
(2) *Loc. cit.*, p. 751, t. I.
(3) *Fick : Verhandl. der phys. medic. Gesellsch. zu Würtzb.*, 1873, p. 120.

inactive à 10°, tandis que chez les animaux à sang froid, la muqueuse peut encore digérer la fibrine à 0°. D'ailleurs, à la température de 40°, l'infusion stomacale des Poissons et des Batraciens serait encore active (1). Pour Wittich, la pepsine des Mammifères est très-active de 30° à 50°; mais, au-dessus comme au-dessous de ces températures, elle n'agit plus aussi rapidement. D'une manière générale, on peut dire que, sur ce point, comme sur tant d'autres, de nouvelles recherches précises sont encore à faire.

Telle est donc la constitution du suc gastrique des Vertébrés. Elle présente une uniformité remarquable, chez tous les êtres de cet embranchement. Car l'exception des Cyprins et des Cyclostomes est peu de chose : d'ailleurs elle aurait besoin d'être mieux constatée.

Chez les Invertébrés, il semble que la digestion stomacale s'opère d'après un type un peu différent. Par malheur, la science possède peu de données sur cette intéressante et difficile question. Aussi serai-je forcément très-court.

En étudiant, au point de vue anatomique, les glandes de l'estomac, nous avons vu que, parmi les animaux sans vertèbres, on n'avait trouvé véritablement de cellules glandulaires que chez les Aranéides et certains Insectes (Coléoptères carnassiers en particulier).

Les liquides sécrétés par ces glandes semblent acides, au moins chez le Scorpion, ainsi que M. Blanchard l'a constaté. Non-seulement ce suc est acide, mais encore il possède un ferment qui peut opérer des digestions artificielles.

Chez les Insectes, la question est plus douteuse. D'après Bash et Rengger (2), le liquide sécrété serait alcalin et agirait comme la diastase. D'après Burmeister (3), chez tous les Insectes, le suc gastrique serait acide. Schiff admet aussi cette acidité chez les Orthoptères (*Locusta, Gryllotalpa*, etc.).

(1) Hoppe Seyler, *Archives de Pflüger*, t. XIV, p. 395, a fait quelques expériences qui confirment l'opinion de Murisier.

(2) Cités par Milne Edwards. *Leç. sur la Phys.*, etc., t. V, p. 610.

(3) *Handbuch der Entom.*, t. I, 1862.

Récemment, M. Jousset (1) a fait des recherches intéressantes sur ce sujet. Il a examiné le liquide sécrété par les cæcums gastriques de la Blatte (*Blatta orientalis*). Ce liquide serait faiblement acide, et pourrait transformer les matières albumineuses en peptones. Il aurait aussi une action sur les graisses, qu'il serait apte à émulsionner. Les glandes salivaires de ces Insectes sécrètent au contraire un liquide alcalin, qui agit sur l'amidon comme la salive des Mammifères, et le transforme en sucre.

M. Plateau (2) a confirmé une partie des expériences de Jousset ; cependant il pense que le liquide sécrété est alcalin. Nous ferons remarquer qu'on ne peut établir avec certitude que le suc des cœcums gastriques est alcalin, qu'en examinant ce liquide pendant la digestion même : à l'état de vacuité, le ventricule chylifique est certainement neutre : et malgré les expériences de Plateau, il est très-probable qu'il sécrète un liquide acide pendant la digestion, comme Schiff, Burmeister et Jousset l'ont admis.

L'estomac des grands Crustacés décapodes semble se prêter plus facilement à des expériences physiologiques. Cependant les seules expériences qui aient été à ma connaissance faites sur ce sujet, sont dues à Hoppe-Seyler (3). D'après cet auteur, la digestion est due aux organes verts placés près du foie. Du reste, comme il opérait avec tous les liquides digestifs, il n'est pas surprenant qu'il ait trouvé une triple action peptonisante, saccharifiante et émulsive des graisses, comme le liquide pancréatique des Vertébrés.

Avec des Langoustes on peut opérer d'une manière bien plus sûre, et faire une digestion artificielle avec les seuls liquides de l'estomac. Malheureusement je n'ai jamais trouvé ni sur des Langoustes, ni sur des Écrevisses, l'estomac en digestion, et rempli de matières alimentaires chymifiées à demi. Toujours

(1) *Comptes rendus de l'Ac. des Sc.*, 1876, p. 461.

(2) *Mémoires de l'Acad. de Belgique, Paris*, t. XLI. 1874, et *Comptes rendus de l'Acad. des sciences de* 1876, I. p. 545.

(3) *Archives de Pflüger*. t. XIV. p.395. *Unterschiede im chemischem Bau und der Verdauung hoheren und niederen Thiere.*

cet estomac était vide; en tout cas, il était absolument neutre.

Cependant, cet estomac alcalin est doué de propriétés digestives énergiques. Broyé avec de l'eau, en présence de la fibrine du sang, il digère rapidement cette fibrine. Si on met comparativement un autre estomac d'Écrevisse avec de la fibrine et quelques gouttes d'acide chlorhydrique dilué, la dissolution de fibrine se fera à peine dans le milieu acide, tandis qu'elle se fera très-vite dans un milieu alcalin ou neutre. Il faut donc admettre que le suc gastrique des Écrevisses et des Langoustes, ainsi que je l'ai observé très-souvent, est actif dans un milieu neutre, contrairement au suc gastrique des Vertébrés.

On peut, par une dissection minutieuse, isoler l'estomac de la Langouste de tous les organes voisins, et en particulier du foie; toutefois il est probable qu'il reste toujours un peu de bile dans l'estomac, car, au contact de l'air, l'estomac devient très-foncé et brunâtre ; en sorte qu'au bout de deux à trois heures, l'estomac, primitivement incolore, est devenu presque noir, et l'eau avec laquelle on l'a mélangé passe sur le filtre avec sa couleur foncée.

Quand on laisse ainsi l'estomac d'une Langouste ou d'une Écrevisse, après l'avoir broyé dans de l'eau, il se digère lui-même avec une rapidité surprenante. En moins d'une heure, la tunique musculaire a disparu, et l'estomac est réduit à sa tunique cuticulaire seule, qui se présente sous l'aspect d'une sorte d'utricule demi-rigide qu'on peut insuffler. La fibrine musculaire dissoute est d'abord coagulable par la chaleur; mais, par l'effet d'une digestion plus prolongée, elle n'est plus coagulable. Cette digestion si rapide s'opère sans le secours d'un acide.

Il est vrai de dire qu'au contact de l'oxygène de l'air, ou par l'effet de la peptonisation, l'estomac devenait acide; mais, comme je neutralisais successivement son acidité à mesure qu'elle se formait, la digestion se faisait dans un milieu neutre et même faiblement alcalin. Ainsi, chez ces Arthropodes, il semble que la peptonisation puisse se faire dans un milieu non acide. J'ajouterai qu'il serait assez difficile de comprendre que les Crustacés

décapodes aient un suc gastrique acide, puisque leur estomac contient des masses calcaires, lesquelles, évidemment, ne pourraient pas se déposer dans un milieu acide. En mettant l'estomac d'une Écrevisse dans quelques gouttes d'eau acidulée, on voit l'acide carbonique se dégager et les parties calcaires se dissoudre.

Ces faits sont assez difficiles à interpréter, d'autant plus que l'estomac des Crustacés décapodes ne contient pas de cellules glandulaires, et que nous ne savons pas quel est l'agent de la digestion. En épuisant par l'eau un estomac de Langouste, filtrant et précipitant par l'alcool, j'ai obtenu un ferment brunâtre, soluble dans l'eau, et précipitant de nouveau par l'alcool. Mais, par cette précipitation, il avait probablement perdu une partie de ses propriétés, car il n'agissait plus sur la fibrine. Il ne pouvait non plus saccharifier l'amidon.

Il est donc vraisemblable que, pendant la digestion, l'estomac des Crustacés ne devient pas acide ; mais pour être absolument certain que l'Écrevisse ou la Langouste digèrent dans un milieu alcalin, il faudrait prendre des individus bien vivants, et en pleine digestion.

Pour ce qui a trait à la digestion gastrique des autres animaux, nos données sont encore plus insuffisantes.

D'après M. Paul Bert (1), les glandes salivaires de la Sèche sécrètent un liquide acide qui sert à la digestion. Les aliments ainsi acidifiés sont dissous dans l'organe stomacal musculeux, qui n'agit que comme triturateur et ne sécrète pas de liquide. Ces aliments ne s'introduisent pas dans le cœcum spiral. Une partie d'entre eux est absorbée, l'autre partie est rejetée par l'intestin.

D'après Claude Bernard (2), pendant la digestion, les Limaces sécrètent un suc gastrique acide, qui se mélange avec les aliments. Quand la digestion gastrique est effectuée, le foie déverse dans l'estomac un liquide sucré, incolore.

J'ai cherché à voir quelles étaient les réactions de l'estomac

(1) *Mém. de la Soc. des sc. phys. et natur. de Bordeaux*, I, V. p. 115. 1857.
(2) *Leçons de phys. exp.* T. I, p. 101.

sur les Actinies (*A. Crassicornis*). Si on verse quelques gouttes de teinture de tournesol dans la cavité gastrique d'une Actinie, le liquide est promptement absorbé ; mais la matière colorante va se fixer sur les parois de l'organe, et d'après sa coloration, on peut juger si les sucs sécrétés sont acides ou alcalins. A l'état normal, la teinture de tournesol reste manifestement bleue. Si on fait digérer à l'Actinie des fragments de viande, la coloration restera bleue. Par conséquent, les sucs digestifs de ces animaux semblent être alcalins ou neutres. Il est possible cependant que le contact avec le tournesol ait altéré les fonctions de leur estomac.

On voit que la science possède très-peu de notions sur le suc gastrique des Invertébrés. Cependant il paraît probable qu'excepté les Aranéides et les Coléoptères, les Invertébrés n'ont pas de suc gastrique acide, analogue au liquide sécrété par les glandes stomacales des Vertébrés. Des recherches complètes sur ce point présenteraient le plus grand intérêt.

III

Du suc gastrique mélangé aux aliments, et de l'action du suc gastrique sur les aliments.

Le véritable intérêt de l'histoire du suc gastrique est bien plutôt dans son action sur les aliments, que dans sa constitution chimique propre. En effet, ce qu'il importe au physiologiste de savoir, c'est comment des matières insolubles deviennent solubles, et quelle est l'évolution chimique des aliments depuis le moment où ils entrent dans l'estomac jusqu'au moment où ils passent dans le sang : mais, ne pouvant traiter tous les phénomènes de la digestion et de l'absorption stomacales, je me bornerai à examiner l'action du suc gastrique sur les aliments.

Ainsi que l'avait deviné le génie de Spallanzani, cette action n'est pas le résultat d'une force vitale mystérieuse, d'une puissance occulte développée par l'âme des êtres vivants; c'est un simple phénomène chimique qu'on peut étudier dans un flacon, sans invoquer d'autre secours que celui d'une chaleur de 40 degrés. Après que Spallanzani eut inauguré la méthode des digestions artificielles, de nombreuses recherches vinrent préciser le rôle du suc gastrique, et par conséquent de l'estomac, dans les phénomènes chimiques de la digestion.

La première question qui se pose à l'expérimentateur, c'est de savoir quelle est, dans les différentes périodes de la digestion, l'acidité du liquide mixte (suc gastrique, boissons et aliments liquéfiés) contenu dans l'estomac. Nous possédons peu de données sur ce sujet, car Schiff (1) n'a essayé de connaître que la quantité d'acide nécessaire pour faire dans de bonnes conditions des digestions artificielles. Les autres observateurs, examinant d'ailleurs le suc gastrique des animaux et non celui de l'homme, se sont occupés uniquement de l'acidité du suc gastrique pur (2).

J'ai pensé qu'il serait peut-être avantageux de profiter du cas exceptionnel de fistule gastrique qu'il m'était permis d'examiner, pour étudier cette question, et je donne ici, sous forme de tableau, les résultats de mes dosages. Ces dosages acidimétriques ont été faits avec l'eau de baryte et la teinture de tournesol. Le liquide gastrique étant filtré, dix centimètres cubes de cette liqueur étaient dosés d'après les méthodes classiques; souvent ces liquides étaient colorés par le vin, mais cette coloration était trop faible pour gêner le titrage au moyen du tournesol. D'ailleurs la substance colorante du

(1) *Leçons sur la physiologie de la digestion*, t. II, p. 1 et suiv.

(2) Récemment, Kretschi a examiné aussi l'acidité de l'estomac dans un cas de fistule gastrique chez une femme. Il est arrivé à des résultats analogues aux miens, quoique un peu différents. En dehors de l'état de digestion, le liquide de l'estomac lui a paru neutre, tandis que, chez Marcelin, quoique l'acidité fût faible, elle était constante. Cela tient sans doute à ce que, chez ce dernier, la salive ne pouvait pas arriver à l'estomac. L'acidité était si faible, et surtout le suc gastrique si peu abondant, qu'il aurait fallu peu de salive pour neutraliser le liquide sécrété.

vin devient incolore ou brunâtre dès qu'il y a un excès d'alcali, et il ne serait presque pas besoin de tournesol pour reconnaître le moment où l'acidité de la substance a cessé.

La première colonne du tableau placé ci-dessous indique la nature des aliments ingérés; dans la seconde colonne est marqué le temps qui s'est écoulé entre le moment où les aliments ont été ingérés et le moment où ils ont été examinés; la troisième colonne contient des indications diverses sur l'état de l'estomac, la quantité des liquides, la présence ou l'absence du vin, etc. La quatrième colonne indique quelle est l'acidité du liquide gastrique. Cette acidité est rapportée en poids à l'acide chlorhydrique (HCl.) pour mille grammes de suc gastrique. J'ai supprimé naturellement les deux dernières décimales que le calcul m'avait données. Ces deux chiffres n'auraient pas de valeur; ils représentent des centigrammes et des milligrammes pour un litre, et par conséquent, pour les dix centimètres cubes sur lesquels j'opérais, des dixièmes et des centièmes de milligramme. Les longues séries de chiffres qu'on admire dans certains ouvrages allemands ne sont que l'illusion de l'exactitude.

Expér.	Aliments ingérés.	Moment de la digestion	Observations.	Poids en HCl.
1			Mucus du matin, — pas d'aliments, — très-peu abondant, — recueilli pendant trois jours.	1.3
2			Suc gastrique pur, obtenu par la mastication d'aliments sapides. — Injection d'une petite quantité d'eau..................	0.8
3			Suc gastrique pur............	2.1
4			Id.	1.7
5			Id.	0.9
6	Choux-fleurs......	1 h.	Pas de vin..................	1.9
7	Sucre de canne....	1 h.	Id.	1.2
8	Lait (400 gr.)......	» h. 30	Id.	0.7
9	Lait (400 gr.)......	1 h.	Presque tout le lait a déjà été absorbé..................	1.4
10	Pois et graisse.....	1 h.	Pas de vin.,.................	1.2
11	Pomm. de t., graisse.	1 h.	Beaucoup de liquide, — vin....	2.4
12	Id.......	1 h.	Pas de vin..................	0.7
13	Sucre de canne....	1 h.	Injecté dans l'estomac vide, — il reste peu de liquide.........	0.7
14	Id.......	1 h.	Id.	1,1
15	Pomm. de t., graisse.	1 h.	Pas de vin..................	1.4
16	Eau-de-vie........	» h. 30	Injecté dans l'estomac vide, — il reste peu de liquide........	1.8
17	Id.......	« h. 40	Id.	2.1
18	Pomm. de t., graisse.	1 h.	Beaucoup de liquide, — pas de vin......................	1.7
19	Eau-de-vie........	» h. 45	....	2.1
20	Viande...........	1 h. 30	Beaucoup de liquide...........	1.4
21	Pomm. de t., graisse.	1 h.	Id. pas de vin.	1.5
22	Viande...........	1 h. 30	Id. Id...	1.8
23	Id...............	3 h.	C'est le même liquide que dans l'expérience 22; mais on avait injecté, au bout de 1 h. 30, du sucre de canne dans l'estomac. A la fin, il ne restait que peu de liquide.................	1.7
24	Riz et graisse......	1 h. 30	Vin......................	2.3
25	Pois et graisse.....	» »	Beaucoup de liquide...........	2.1
26	Epinards..........	1 h. 45	Id.	1.2
27	Vermic. et graisse.	1 h. 45	Pas de vin..................	1.5
28	Riz et graisse.....	1 h. 45	Beaucoup de liquide...........	1.1
20	Soupe et graisse...	1 h. 45	Vin........................	2.4
31	Pois et graisse.....	2 h.	—	1.6
39	Id.........	3 h.	Même aliment que précédemment. On l'a extrait de l'estomac 1 heure après. Il y avait encore beaucoup de liquide.....................	2.3
32	Lentilles et œufs....	2 h.	Beaucoup de liquide..........	1.9
33	Soupe, graisse, pain.	2 h.	Pas de vin..................	1.5
34	Haricots..........	2 h.	— beaucoup de liquide.	1.8

Expér.	Aliments ingérés.	Moment de la digestion	Observations.	Poids en HCl.
35	Haricots..........	2 h.	Même liquide que précédemment. Mis de côté et examiné trois jours après, en hiver........	1.8
36	Epinards..........	2 h.	Pas de vin, beaucoup de liquide.	2.5
37	Riz et graisse......	2 h.	Id..............	0.7
38	Vermicelle et graisse.	2 h. 30	Id..............	1.5
39	Pomm. de t., graisse.	2 h. 15	Une injection d'eau a été faite dans l'estomac 45 m. avant qu'on examinât le liquide. — L'eau est absorbée à la fin de l'expérience................	1.0
40	Pommes de terre...	2 h. 30	Injection de vin, faite 1 h. 30 auparavant.................	2.7
41	Pois et graisse.....	2 h. 30	Id..............	2.7
42	Pomm. de t., graisse.	2 h. 30	Id..............	2.1
43	Choux-fleurs, graiss.	2 h. 45	Id..............	2.1
44	Viande...........	2 h. 30	....	1.8
45	Riz, graisse et vin..	2 h. 30	....	1.5
46	Lentilles et œufs...	2 h. 45	Au bout de 2 h., injection d'eau de Vichy. — Il reste peu de liquide....................	0.8
47	Riz et graisse.....	2 h. 45	....	1.5
48	Choux-fleurs	2 h. 30	....	2.4
49	Macaroni, graisse..	2 h. 15	Beaucoup de liquide..........	2.4
50	Id.......	3 h. 45	Le même que précédemment; mais tous les liquides sont absorbés	2.4
51	Pomm. de t., graisse.	2 h. 30	Vin........................	2.1
52	Choux-fleurs......	2 h. 30	Peu de liquide...............	2.4
53	Pomm. de t., graisse.	3 h.	Vin	2.4
54	Pomm. de t., graisse.	3 h.	Lait........................	2.7
55	Soupe à l'oignon...	3 h.	Vin........................	2.1
56	Choux-fleurs, graiss.	2 h. 45	Vin. — Beaucoup de liquide...	2.1
57	Pomm. de t., graisse.	2 h. 15	45 m. auparavant, injection d'une grande quantité d'eau. — Presque toute l'eau a été absorbée.	1.0
58	Vermicelle, graisse.	1 h. 45	Sans vin....................	1.5
59	Id........	3 h. 15	Du vin a été injecté à ce moment dans l'estomac. — Même expérience que l'expérience 58.	2.2
60	Riz et graisse......	3 h.	Sans vin.....................	0.7
61	Id........	3 h. 45	Du vin a été injecté dans l'estomac 1 h. 45 auparavant. — Même expérience que l'expérience 60.................	2.7
62	Pomm. de t., graisse.	3 h.	Peu de liquide...............	2.3
63	Id.......	3 h. 45	Une injection d'eau-de-vie a été faite 1 h. auparavant dans l'estomac....................	3.4
64	Riz et graisse......	3 h. 15	1 h. 15 auparavant, une injection de 200 cc. d'une solution d'acide citrique a été faite dans	

Expér.	Aliments ingérés,	Moment de la digestion	Observations.	Poids en HCl.
64	Riz et graisse (suite).	3 h. 15	l'estomac. Cette solution équivalait à 5 gr. 2 (p. 1.000) d'acide chlorhydrique.—Par conséquent, l'acidité de la solution a diminué. — Il reste peu de liquide..................	3.2
65	Œufs et sucre.....	3 h. 30	....	2.0
66	Épinards..........	4 h.	Beaucoup de liquide aqueux, à peine acide................	0.5
67	Pomm. de t., graisse.	3 h.	Injection d'une grande quantité d'eau 45 m. auparavant. Presque toute l'eau a été absorbée.	1.0
68	Tapioca,..........	4 h. 30	Beaucoup de liquide...........	1.7
69	Viande............	4 h. 15	Peu de liquide................	2.7
70	Id.............	5 h. 30	Une heure auparavant, ingestion d'eau.....................	0.9
			Moyenne des 70 observations....	1.74

Examinons maintenant quelques-uns de ces chiffres, et voyons les conclusions que l'on peut en tirer.

En général, les moyennes ne donnent que des résultats assez imparfaits ; cependant, dans l'espèce, il semble que la moyenne de ces 70 observations ait une certaine valeur. En effet, j'ai étudié l'acidité de l'estomac dans presque toutes les circonstances physiologiques qui peuvent la modifier : absence d'aliments, aliments gras, féculents, sucrés, albuminoïdes, avec ingestion d'eau, de liquides alcalins (eau de Vichy) ou acides. Par conséquent la moyenne est assez générale, et, sans pouvoir s'appliquer rigoureusement à un cas particulier, peut être regardée comme à peu près exacte pour la généralité des cas, et embrasser l'ensemble des conditions physiologiques qui se rencontrent dans la digestion stomacale.

Si nous examinons comparativement les cas dans lesquels les liquides ingérés sont encore très-abondants, et les cas dans lesquels presque tout le liquide a été absorbé, nous voyons qu'il n'y a pour ainsi dire pas de différence dans l'acidité des liquides gastriques, selon leur quantité. La conclusion est que la

sécrétion de suc gastrique acide semble se conformer à la quantité des liquides ingérés dans l'estomac. Cependant, ainsi que je le démontrerai postérieurement, l'acidité n'est pas due seulement à la sécrétion acide, mais encore à la fermentation acide des aliments ingérés. Il semble donc que la fermentation et la sécrétion acide marchent de concert, de manière à atteindre un certain degré d'acidité, et qu'il y ait une sorte d'équilibre intérieur réglé par les circulations artérielle, veineuse et lymphatique. Ce qui démontre le même fait, c'est qu'en injectant (exp. 64) une solution d'acide citrique équivalant à 5. 2 d'acide chlorhydrique, l'acidité de l'estomac, au lieu d'augmenter, diminue, et tend à revenir à l'acidité normale (3. 2). Si, au lieu d'avoir affaire à un liquide contenu dans un organe vivant, on avait un liquide extrait de l'estomac, les acidités se surajouteraient : mais il n'en est pas ainsi quand on ingère une certaine quantité d'acide. L'excès d'acide, probablement par dialyse avec le sang alcalin, à travers les minces parois des capillaires, disparaît, jusqu'au moment où le liquide stomacal est revenu à un état d'acidité plus ou moins voisin de son état normal.

Quelques médecins ont cru que l'usage des alcalins (eau de Vichy, etc.) augmentait l'acidité de l'estomac en provoquant une sécrétion acide plus abondante. L'expérience 46 prouve que cette hypothèse n'est pas exacte. A la vérité, le liquide alcalin est neutralisé, et les liquides stomacaux tendent à reprendre leur acidité normale; mais cette acidité consécutive n'est pas plus accusée que l'acidité antérieure : au contraire, elle est notablement plus faible (0.8).

On voit aussi que le vin tend à augmenter l'acidité ; le fait n'a rien de surprenant, attendu que le vin est acide. D'ailleurs les tartrates sont décomposés par l'acide chlorhydrique, et quand on ingère du vin, l'acide tartrique est mis en liberté. Cependant il n'est pas douteux que l'alcool ne contribue à augmenter l'acidité. En effet, dans les expériences (16, 17, 19, 63), où il y a eu ingestion d'eau-de-vie, l'acidité moyenne est de 2. 7, c'est-à-dire plus élevée que dans les cas où il y

a du vin, et supérieure de 1. 0 à la moyenne générale (1).

On peut aussi voir que l'acidité tend à augmenter vers la fin de la digestion; si on prend la moyenne des expériences où la digestion a duré une heure, on a une moyenne inférieure à la normale. On a une moyenne supérieure quand la digestion a duré trois heures (2).

Quoique je n'aie pas d'expériences bien précises sur l'absorption stomacale, je ferai remarquer avec quelle rapidité l'eau ingérée disparaît. Au bout d'une demi-heure, d'une heure tout au plus, il n'en reste plus de traces, de sorte que l'acidité finale n'en éprouve guère de modifications. Au contraire, quand on injecte du sucre de canne, l'exosmose de la solution sucrée est bien plus lente, ce qui tend à rendre plus faible l'acidité des liquides stomacaux. — Si on prend la moyenne des expériences 13, 14, 7 et 23, on trouvera 1. 2, chiffre inférieur à la moyenne générale.

En résumé, il me semble que l'on peut admettre les conclusions suivantes :

(1) Il est probable qu'on peut généraliser ce fait de l'équilibre des réactions stomacales. Quand les liquides ingérés ont une certaine acidité (de 3 gr. environ), l'estomac ne sécrète plus de suc acide. Dans les fermentations anormales qu'on observe chez certains dyspeptiques, il se fait aussi en grand excès de l'acide lactique et de l'acide butyrique. Dans toutes ces circonstances, par suite de l'acidité exagérée de l'estomac, l'acide chlorhydrique n'est plus sécrété, et comme il est très-certainement de tous les acides le plus favorable à la digestion, la digestion stomacale est entravée.

L'indication est donc, soit de saturer cet excès d'acide par des liquides alcalins, soit de donner en boissons des solutions d'acide chlorhydrique (2 gr. pour 1,000 gr.). Et, en effet, ces deux médications semblent également réussir, d'après les données empiriques de la pratique médicale. Mais ce n'est que par l'analyse exacte des fonctions de l'estomac qu'on arrive à comprendre comment les alcalins et l'acide chlorhydrique peuvent agir de la même manière dans des cas identiques. C'est toujours en remédiant au défaut d'acide chlorhydrique.

Nous pouvons aussi comprendre pourquoi l'ingestion d'aliments acides (vinaigre, vin, citron, etc.) est nuisible à une bonne digestion. La sécrétion acide ne peut plus se faire, et des acides organiques (acétique, citrique, tartrique) sont substitués à l'acide chlorhydrique, lequel agit bien plus puissamment que ces acides, pour dissoudre l'albumine.

(2) Il faut cependant tenir compte de la présence du vin dans les digestions longues, lesquelles sont par cela même rendues plus acides. J'avais beaucoup de peine à déterminer Marcelin à ne pas prendre de vin. Cette fâcheuse fantaisie m'a beaucoup gêné.

1° L'acidité du suc gastrique pur est en moyenne de 1.3 en poids d'acide chlorhydrique par litre;

2° L'acidité du suc gastrique mélangé aux aliments est en moyenne de 1. 7, et tend à augmenter légèrement à la fin de la digestion. La quantité des liquides contenus dans l'estomac, non plus que leur qualité, n'exerce d'influence bien sensible;

3° L'alcool et le vin augmentent, le sucre de canne diminue l'acidité;

4° Après l'injection de liquides acides ou de liquides alcalins, les liquides stomacaux tendent à revenir à leur état normal, et à se rapprocher de l'acidité moyenne.

Nous avons montré comment l'étude des acides du suc gastrique était facilitée par la méthode des rapports de partage. Cette méthode m'a donné aussi quelques résultats pour le suc gastrique mixte. Quoique l'exposé de ces recherches puisse paraître un peu long, je crois nécessaire d'entrer dans quelques détails.

Si on recueille dans un vase les liquides contenus dans la caillette des Veaux, une masse brunâtre, fécaloïde, pâteuse, mélangée de paille broyée et de grains de sable, se dépose en quelques heures au fond du vase. Cette masse est surnagée par un liquide jaunâtre qu'on peut décanter et filtrer. C'est ce liquide, transparent, citrin, exhalant une odeur aigrelette *sui generis*, que j'ai analysé par la méthode des coefficients de partage. Voici mes résultats :

1.	Suc gastrique.	18.6	R = 28.6
	Éther.	0.65	
2.	Suc gastrique.	18.7	R = 30.6
	Éther.	10.6	
3.	Suc gastrique.	18.3	R = 30.5
	Éther.	0.6	
4.	Suc gastrique.	18.5	R = 30.8
	Éther.	0.6	
5.	Suc gastrique.	17.8	R = 29.8
	Éther.	0.6	

Si on prend la moyenne de ces cinq expériences très-con-

cordantes, on arrive à un rapport de partage = 30, qui est beaucoup plus élevé que le coefficient de partage de l'acide lactique (10), mais bien inférieur à celui de l'acide chlorhydrique seul.

Il est très-probable qu'il se trouve donc, à côté de l'acide chlorhydrique en excès, des quantités notables d'un acide ou même de plusieurs acides solubles dans l'éther; mais le rapport de ces acides solubles à l'acide insoluble est assez inconstant, et varie selon l'alimentation. Ainsi, avec d'autres sucs gastriques de Veau, j'ai obtenu des nombres différents :

6.	Suc gastrique.	20.0	R = 25
	Éther.	0.85	
7.	Suc gastrique.	20.0	R = 50
	Éther.	0.4	

D'ailleurs, avec ces deux expériences, la moyenne du rapport de partage ne change guère, et la moyenne finale des sept expériences donne un rapport de partage égal à 32.

Remarquons d'abord la différence qu'il y a entre ce rapport de partage et celui du suc gastrique pur, tel qu'on peut l'obtenir en lavant la muqueuse et en la faisant, après ce lavage, macérer dans l'eau. Le rapport de partage est bien supérieur (88), ce qui indique que la quantité des acides organiques est plus faible.

En reprenant par l'eau l'éther qui a ainsi épuisé le suc gastrique, on peut obtenir un nouveau rapport de partage, lequel servira à nous faire connaître la nature de l'acide soluble dans l'éther ; voici les chiffres relatifs à cette recherche :

8.	Eau.	0 9	R' = 3
	Éther.	0.3	

Ayant agité avec l'éther, à plusieurs reprises, une quantité notable de suc gastrique mixte de veau, et ayant évaporé une partie de l'éther de manière à rendre la solution plus concentrée, j'ai obtenu le rapport suivant :

9.	Eau.	1.2	R' = 2.4
	Éther.	0.5	

Enfin, dans d'autres expériences, j'ai obtenu les rapports suivants :

R' = 2.4		
R' = 2.6	}	En moyenne, 2.6
R' = 2.5		

On voit que ce rapport de partage se rapproche beaucoup de celui que nous avions trouvé pour le suc gastrique pur, et que c'est probablement de l'acide sarcolactique, ainsi que semble le confirmer l'expérience rapportée plus haut, qui m'a permis d'extraire un lactate de zinc cristallisable.

D'ailleurs, ainsi que je l'ai déjà dit à propos du suc gastrique pur, par une série de traitements successifs par l'éther, on voit le rapport de partage s'élever à mesure que l'éther enlève des quantités notables de l'acide soluble, sans qu'il change la quantité de l'acide insoluble.

Voici quelques chiffres :

1.	Suc gastrique.	20.0	$R_1 = 25.0$
	Éther.	0,85	
2.	Suc gastrique.	19.0	$R_2 = 31.5$
	Éther.	0.6	
3.	Suc gastrique.	18.1	$R_3 = 32.7$
	Éther.	0.54	
4.	Suc gastrique.	17.5	$R_4 = 43.3$
	Éther.	0.4	
5.	Suc gastrique.	17.4	$R_5 = 43.3$
	Éther.	0.4	
6.	Suc gastriqne.	17.3	$R_6 = 43.2$
	Éther.	0.4	
7.	Suc gastrique.	15.5	$R_7 = 51.3$
	Éther.	0.3	

On a par conséquent les chiffres :

R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	R_6	R_7
25.0	31.5	32.7	43.7	43.3	43.2	51.3

qui vont en croissant plus ou moins régulièrement (les erreurs tenant à la deuxième décimale sont plus ou moins marquées),

et qui indiquent l'existence d'un acide libre minéral en excès.

Si maintenant on veut partir de ce rapport de partage moyen

$$R = 32.0$$

pour calculer la quantité d'acide sarcolactique existant dans le suc gastrique mixte de Veau (et ce calcul ne peut être que très-approximatif), il faudra, pour l'équation suivante, en appelant x et x' les quantités d'acide sarcolactique libre dissous dans l'eau (x) et dans l'éther (x'), y et y' les quantités d'acide chlorhydrique libre dissous dans l'eau (y) et dans l'éther (y'),

$\frac{y}{y'} = 500$ (coefficient de partage de l'acide chlorhydrique).

$\frac{x}{x'} = 4$ (coefficient de partage de l'acide sarcolactique).

$$\left.\begin{array}{l} x + y = 18.5 \\ x' + y' = 0.6 \end{array}\right\} \text{ce qui donne} \left\{\begin{array}{l} x = 2.36 \\ y = 16.14 \end{array}\right.$$

Ce qui fait à peu près, en équivalents, un huitième d'acide sarcolactique, pour sept huitièmes d'acide chlorhydrique, et en poids, un tiers d'acide sarcolactique pour deux tiers d'acide chlorhydrique.

J'ai fait les mêmes expériences sur le suc gastrique humain mixte, c'est-à-dire mélangé avec les aliments et les boissons, mais j'ai trouvé constamment une plus grande diversité, ce qui tient évidemment à la diversité de l'alimentation.

Je me contente de donner quelques chiffres :

1.	Suc gastrique.	19.0	R = 23.0
	Éther.	0.8	
2.	Suc gastrique.	17.2	R = 86.0 (œufs avec vin).
	Éther.	0.2	
3.	Suc gastrique.	20.4	R = 50.1 (œufs sans vin).
	Éther.	0.4	
4.	Suc gastrique	15.2.	R = 30.4 (œufs sans vin).
	Éther.	0.5	

5. Suc gastrique 17,0 Éther 0.5	}	R = 34 (viande et vin, digestion de 2 h.).
6. Suc gastrique 22.7 Éther 0.5	}	R = 45.2 id.
7. Suc gastrique 15.2 Éther. 0.3	}	R = 50.6 (viande sans vin).
8. Suc gastrique 34.1 Éther 2.4	}	R = 14.2 id.

Je pourrais rapporter encore un grand nombre d'expériences, mais rien ne serait plus fastidieux qu'un tel amas de chiffres ; si on ne cherchait pas à en tirer des conclusions intéressantes au point de vue des modifications chimiques que subissent les aliments pendant la digestion.

On voit d'abord qu'il y a un très-grand écart dans les rapports de partage, ce qu'il est facile de prévoir. Supposons en effet qu'on ait pris du vinaigre : le rapport de partage baissera immédiatement, par suite de la présence de l'acide acétique, etc. Aussi une moyenne (elle est de 54 pour ces 8 expériences) ne donnerait-elle aucun résultat.

Quant au rapport de partage des acides solubles dans l'éther, il paraît être à peu près le même que pour le liquide gastrique du veau :

Œufs (moyenne de sept expériences) = 3.1
Viande (moyenne de dix expériences) = 2.8

On voit que cette moyenne se rapproche beaucoup aussi du coefficient de partage de l'acide sarcolactique.

Enfin, si on fait sur la portion aqueuse, contenant l'acide insoluble, une série de traitements successifs, on voit le rapport de partage

$$R_1, R_2, R_3,$$

aller en croissant, et on a les chiffres suivants :

$$R_1 = 48{,}8$$
$$R_2 = 84{,}2$$
$$R_3 = 101.3$$
$$R_4 = 151.0$$

On peut démontrer que, même dans le suc gastrique filtré, il se trouve des acides gras à coefficient de partage très-élevé; ainsi, en faisant par l'éther un traitement du suc gastrique, et en reprenant successivement par l'eau l'éther acide, on a un rapport de partage R' allant en décroissant, en sorte qu'il reste à la fin un acide très-soluble dans l'éther.

Suc gastrique	20.3	$R = 25.6$
Éther	0.8	
Éther	0.7	$R'_1 = 3.3$
Eau	2.3	
Éther	0.7	$R'_2 = 1.6$
Eau	1.1	
Éther	0.4	$R'_3 = 1.1$
Eau	0.5	

Ainsi le rapport de partage va successivement en décroissant :

3.3 1.6 1.1

Naturellement, je ne donne pas ici tous les chiffres que j'ai obtenus; ils sont d'ailleurs en harmonie avec ceux que je rapporte, et permettent d'arriver aux mêmes résultats, que l'on peut formuler en deux propositions générales :

1° En traitant le suc gastrique mixte par l'éther, on peut extraire des acides qui semblent être constitués surtout par de l'acide sarcolactique;

2° Outre cet acide, le suc gastrique mixte contient encore un acide insoluble dans l'éther, qui semble être de l'acide chlorhydrique faiblement combiné, et qui est toujours en excès.

Ces deux propositions étant démontrées, nous passons maintenant à un autre sujet, à savoir : la variation proportionnelle de ces acides, selon les transformations chimiques des aliments.

Quand on compare l'acidité du liquide gastrique mixte, au moment où il sort de l'estomac, à l'acidité de ce liquide, après qu'on l'a chauffé quelque temps dans une étuve (1) à

(1) Je me suis servi, pour ces digestions artificielles, de l'ingénieux appareil que M. Darsonval a récemment imaginé, et qu'il a eu l'obligeance de mettre à ma disposi-

40 degrés, on voit que l'acidité du liquide a augmenté dans une proportion souvent considérable (1).

Le fait est trop important pour que je ne le prouve pas par des chiffres :

1	Suc gastrique avec œufs, sans vin.	non chauffé	26.6	Différ. 5.9
		chauffé	33.5	
2	Id.	non chauffé	24.7	Différ. 18.4
		chauffé	43.1	
3	— viande sans vin.	non chauffé	18.8	Différ. 9.7
		chauffé	28.5	
4	— viande et vin.	non chauffé	41.1	Différ. 13.0
		chauffé	54.1	
5	Id.	non chauffé	32.5	Différ. 5.8
		chauffé	38.3	
6	Id.	non chauffé	32.8	Différ. 1.9
		chauffé	34.7	
7	Id.	non chauffé	31.9	Différ. 2.2
		chauffé	34.1	
8	Id.	non chauffé	42.1	Différ. 5.9
		chauffé	48.0	

Chacune de ces unités représente, pour dix centimètres cubes de suc gastrique, 0,0005 de chaux, soit un demi-milligramme, ce qui fait, pour mille grammes de suc gastrique, une valeur d'un demi-décigramme par unité.

Si maintenant on calcule la proportion pour 100 d'acide formé par la digestion artificielle, on arrive à voir que, si l'acidité primitive est supposée égale à 100, elle a augmenté des quantités suivantes :

Exp. 1	22.1
Exp. 2	70.4

tion. On peut obtenir, à l'aide de cette étuve, des températures constantes jusqu'à 75 degrés.

(1) Ce fait, que je croyais et que je crois encore nouveau, aurait été, au dire de Salkowski (*Centralblatt für die med. Wissenschaften*, 1877, p. 796, n°44), déjà observé par Maly. Cette assertion ne me paraît pas fondée. Maly croit qu'il y a des fermentations par des infusoires, dans des conditions pathologiques. Mais, à l'état normal, il n'a jamais trouvé de fermentations dans l'estomac.

Exp. 3	51.6
Exp. 4	34.3
Exp. 5	17.8
Exp. 6	5.8
Exp. 7	6.8
Exp. 8	14.0

Avec le lait, les différences sont encore plus prononcées; mais nous traiterons plus loin de la digestion du lait, laquelle, vu son importance et l'intérêt des questions théoriques et pratiques qui s'y rattachent, mérite d'être étudiée en détail.

Cette acidification des aliments mélangés au suc gastrique doit être rapprochée de ce fait, que, dans le suc gastrique mixte, la proportion des acides organiques a augmenté. Tout se passe comme si, par l'action d'un ferment spécial, les matières alimentaires se transformaient en peptones et en acides, l'acide formé servant à faciliter la transformation des matières albuminoïdes en peptones, et cela sans le secours de la sécrétion de la muqueuse stomacale.

Par des temps chauds, la fermentation peut s'opérer sur le filtre, en sorte que l'acidité augmente au fur et à mesure que le liquide filtre.

	I	II	III	IV	V
1. Début de la filtration :	24.7	33.9	30.3	37.5	51.0
Le lendemain, totalité :	31.2	43.1	34.7	41,1	54.1
Différ. :	6.5	9.2	4.4	3.6	3.1

2. Début de la filtration :	29.9		
Plus tard (un quart d'heure) :	30.7	Différ. :	0.8
Plus tard (une heure) :	34.9	—	4.2
— —	36.2	—	1.3
— —	38.6	—	2.4
— —	39.1	—	0.5
— —	39.4	—	0.3

Il faut, ce semble, attribuer une partie de ces différences à l'action osmotique exercée par le papier à filtre (1). Ainsi, dans

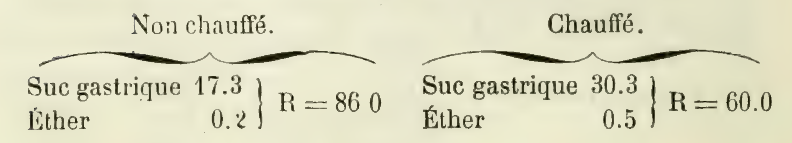
(1) Selon Külz (*Deutche Zeitschrift fur practische Medizin*, 1875, n° 27), le liquide

un cas, l'acidité du liquide non filtré était de 32.05, et les premières parties ayant filtré n'avaient qu'une acidité de 30. Cependant, il est inutile de dire que ces faibles différences ne peuvent expliquer les écarts considérables qu'on observe entre le liquide gastrique récent et celui qui a prolongé son action sur les matières alimentaires. Aussi, pouvons-nous dire que, par son action sur les aliments, le suc gastrique, déjà très-acide, augmente encore d'acidité, et que la fermentation concourt, comme la sécrétion, à l'acidité des liquides gastriques.

Voici une autre expérience qui démontre bien l'influence des fermentations sur l'acidité des matières alimentaires. Du suc gastrique, mêlé à des œufs à moitié digérés, est filtré, et, quand tout le liquide a passé, au bout de deux jours, l'acidité totale représente 0.18 centigrammes de chaux. Les parties solides, bien égouttées, traitées par une assez grande quantité d'eau, sont, pendant six heures, chauffées à 42°. Après filtration, le nouveau liquide a une acidité totale de 0.22 centigrammes de chaux. Par conséquent, il s'est formé des acides par fermentation des matières alimentaires imprégnées de suc gastrique dans l'eau tiède.

L'examen du rapport de partage, dans ces différents cas, prouve bien qu'il s'est formé des acides organiques dans le liquide gastrique.

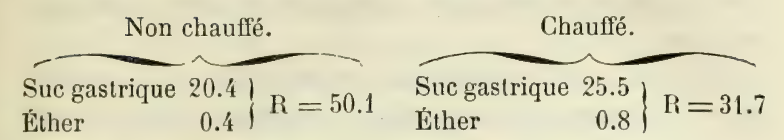
1. *Suc gastrique avec œufs et vin.*



Non chauffé.			Chauffé.		
Suc gastrique	17.3	R = 86 0	Suc gastrique	30.3	R = 60.0
Éther	0.2		Éther	0.5	

gastrique qui a dû passer sur un papier à filtre est moins actif que le suc gastrique qui n'a pas été filtré Cette observation, que Külz a peut-être exagérée, me paraît assez juste, surtout si on prend des liquides très-denses et filtrant mal. Les premières parties sont aqueuses, et ce qui reste sur le filtre est très-actif. Cela est vrai en particulier pour le suc gastrique des Poissons. Il est probable que les cellules d'épithélium, ou leur protoplasma, ne peuvent pas filtrer à travers le papier avec autant de facilité que le reste. Néamoins, même avec les liquides filtrés, on obtient encore de très-bonnes digestions artificielles.

2. *Suc gastrique avec œufs sans vin.*



Non chauffé.			Chauffé.		
Suc gastrique	20.4	R = 50.1	Suc gastrique	25.5	R = 31.7
Éther	0.4		Éther	0.8	

Cette expérience est doublement instructive, puisqu'elle nous montre, d'une part, l'acidité augmenter de 17 à 30, de 20 à 25, et, d'autre part, le rapport de partage s'abaisser de 86 à 60, de 50 à 31. Nous pouvons donc regarder le fait comme suffisamment démontré.

Ainsi, d'une manière générale, on peut dire que, pendant la digestion, la masse alimentaire s'acidifie, non-seulement par suite de la sécrétion gastrique, qui vient toujours verser de nouvelles quantités d'acide, mais encore par suite de la fermentation acide, qui se développe en dehors de toute sécrétion stomacale dans la masse alimentaire imbibée de suc gastrique. De même que, sans le secours des glandes, le suc gastrique pur devient plus acide, de même ce suc gastrique, mêlé aux aliments, devient plus acide, sans le secours des sécrétions glandulaires. Il faut rapprocher ces deux faits, qui sont évidemment de même ordre.

Différentes objections m'ont été faites, non sur les faits eux-mêmes, mais sur leur signification physiologique. Ainsi, à la Société de Biologie, M. Laborde m'a fait observer que ce n'était pas là de la digestion, mais de la putréfaction, et Salkowski (1) a ajouté que ces formations acides étaient dues à des vibrioniens.

Il est facile de répondre à ces deux objections. D'abord, il ne peut être question de putréfaction dans le sens ordinaire de ce mot. J'ai des liquides gastriques (février 1878) recueillis depuis le mois de mai 1877, et conservés dans des tubes scellés, qui sont encore limpides comme le jour où ils avaient filtré. Quelques-uns, il est vrai, sont troubles, mais tous ont encore

(1) *Centralblatt f. d. medic. Wissensch.*, 1877, p. 796, n° 44.

l'odeur aigrelette des matières stomacales, et aucun d'eux n'exhale l'odeur infecte qui se dégage des matières organiques putréfiées.

D'ailleurs, est-il possible de supposer qu'il y ait, en deux ou trois heures, décomposition spontanée d'un liquide extrait de l'estomac et mis immédiatement dans un matras de verre? En faisant cela, je ne changeais les conditions physiologiques que dans des limites rigoureusement déterminées, nécessaires à l'expérimentation, et autorisant à en déduire des conclusions formelles. En somme, la question peut se poser ainsi : Le liquide extrait de l'estomac, mis dans un tube, et chauffé à 42°, devient, au bout de deux heures, plus acide qu'il n'était auparavant. Si, au lieu d'être dans un matras, il était resté dans l'estomac, se serait-il comporté de même? Pour moi, la réponse n'est pas douteuse, et j'ajoute qu'il en sera ainsi pour tous ceux qui, depuis Spallanzani, ont fait des digestions artificielles. Certes, dans l'estomac, par suite des mouvements mécaniques, par suite de la sécrétion et de l'absorption stomacales, il se produira des phénomènes complexes que nous ne pourrons pas nous procurer avec un matras scellé et une étuve; mais nous pourrons cependant, avec le matras et l'étuve, déduire quelques faits très-évidents. Avec des expériences *in vitro*, il est permis de faire l'histoire presque complète de la digestion stomacale, et c'est ainsi que, depuis un siècle, on a pu étudier les phénomènes de la digestion. Si, sous prétexte de rigueur scientifique, on ne tenait aucun compte de ces expériences, parce qu'elles n'ont pas été faites dans l'estomac d'un animal vivant, on serait limité à de bien pauvres ressources.

La seconde objection n'est pas une objection proprement dite, puisqu'elle ne contredit pas les faits que j'ai avancés. C'est plutôt une remarque, intéressante d'ailleurs, et soulevant une question fondamentale sur laquelle je compte revenir. En tout cas, s'il était prouvé que cette fermentation acide est due à des ferments organisés (ferments lactique, butyrique, acétique et autres), cela ne changerait en rien les résultats de mes expé-

riences. Si les vibrions pullulent, comme je m'en suis assuré, dans le suc gastrique alimentaire chauffé à 42°, ils doivent, pour la même cause et de la même manière, être très-abondants dans l'estomac, et y accomplir leurs évolutions et leurs transformations chimiques, aussi bien que dans un matras lavé à l'acide sulfurique et scellé à la lampe. Certes, pendant le court passage de la sonde gastrique au col du matras, les liquides gastriques ont pu se charger de germes : cela est possible et même probable, mais l'estomac n'est-il pas tout aussi bien exposé à recevoir des germes? Tout ce que nous mangeons est resté longtemps à l'air libre, et est probablement chargé de germes ; depuis l'air mécaniquement retenu dans les aliments, tels que le pain, les boissons liquides, etc., jusqu'à ces aliments dans lesquels les infusoires pullulent (fromage, figues sèches, etc.), tout est cause de fermentation organisée, et si dans le matras scellé ces infusoires fourmillent, ils fourmilleront aussi dans l'estomac (1).

Cette question de l'influence des ferments figurés sur le suc gastrique et la digestion est importante, surtout pour la digestion du lait, et j'ai fait beaucoup d'expériences sur ce sujet.

Si on prend du lait, et si on l'abandonne à lui-même, à la température de 35 à 40 degrés, au bout de 24 et de 48 heures, le lait est devenu très-acide, la caséine s'est coagulée sous l'influence de l'acide lactique qui s'est développé dans le liquide, le sucre s'est changé en acide lactique; en même temps, un autre ferment a donné de l'acide butyrique.

Mais, si on n'ajoute ni du suc gastrique, ni des alcalins pour neutraliser l'acide lactique au fur et à mesure qu'il se produit, cette acidité atteindra bientôt une certaine limite, qui est d'environ 15 gr. d'acide lactique pour 1,000 gr.

Si on ajoute des traces d'éther, de chloroforme, de borate

(1) Colin en a trouvé dans les matières alimentaires digérées. *Physiol. comparée*, t. I, p. 733 et p. 767. — Voy. aussi Gruby et Delafond. *Recherches sur les animalcules qui se développent en grand nombre dans l'estomac et les intestins pendant la digestion des herbivores et des carnivores. Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, 1843, p. 1304. Je rappellerai aussi que, selon Nencki, le pancréas contient normalement des infusoires.

de soude ou d'acide phénique, la fermentation lactique sera arrêtée, mais non entravée.

Au contraire, en ajoutant une grande quantité de phénol, de manière que cette substance ne puisse se dissoudre qu'en partie, on arrête complétement la fermentation lactique.

La fermentation butyrique est arrêtée plus facilement que la fermentation lactique ; et alors que des traces d'acide phénique ne font que ralentir le développement du ferment lactique, le ferment butyrique est complétement arrêté dans son évolution.

Si, au lieu d'ajouter du phénol, on ajoute un acide minéral fort, en quantité suffisante, 2 à 4 gr. pour 1,000, la fermentation lactique est arrêtée presque aussi complétement que par le phénol.

Du lait additionné de 2,2 d'acide chlorhydrique, et ensemencé avec une goutte de lait aigri, n'avait augmenté, au bout de treize jours, par une température de 30 degrés, que d'une acidité très-faible, environ 1,5 d'acide lactique.

Avec l'acide sulfurique on obtient un résultat identique. J'ai répété nombre de fois ces expériences. Le lait acidulé par un acide minéral fort ne fermente pas. Examiné au bout de plusieurs semaines, il n'a pas perdu son odeur normale. Il n'y a ni putréfaction, ni cette odeur rance qui se dégage du lait aigri.

On pouvait supposer, ainsi que je l'ai fait d'abord, ainsi que Boutron et Fremy l'avaient établi dans leur mémoire (1) que l'absence de fermentation lactique était due à l'acidité du milieu. Cependant cette opinion est erronée ; car si, dans les mêmes conditions, on traite le lait par du suc gastrique, les fermentations lactique et butyrique prennent une grande activité. Ainsi le même lait qui, traité par l'acide chlorhydrique, n'avait donné, au bout de treize jours, qu'un gramme et demi d'acide lactique, lorqu'il fut traité par le suc gastrique, a donné les proportions suivantes d'acide lactique :

Le lendemain, de	6.7
Au bout de cinq jours, de	14.9
Au bout de treize jours, de	33.1

(1) *Ann. de chimie et de physique*, 1841, II, p. 271.

Par conséquent, tandis qu'avec l'acide chlorhydrique, son acidité n'avait augmenté que d'1.5, avec le suc gastrique, il avait augmenté de 33,1, ce qui fait un rapport de 1 à 20 environ.

Si nous résumons ces faits, nous verrons :

1. Que l'acidité du lait due à la fermentation lactique, si elle n'est pas successivement neutralisée, ne dépasse pas une certaine limite, environ 16 gr. d'acide lactique (pour 1,000 gr.);

2. Que le lait traité par un acide minéral fort ne fermente presque plus ;

3. Que le lait mélangé au suc gastrique fermente jusqu'à acquérir une acidité de 33 gr. et même 40 gr. d'acide lactique.

Ainsi le suc gastrique a une aptitude spéciale à développer les fermentations lactique et butyrique (1), et cette aptitude est d'autant plus marquée qu'il est moins acide. Si on injecte dans l'estomac du lait alcalin ou légèrement acide, au bout d'une heure, l'acidité des liquides stomacaux est extrême. Je l'ai vérifié souvent sur Marcelin et sur un chien à qui, dans le laboratoire de M. Bert, j'avais fait une fistule gastrique. La fermentation lactique s'opère donc dans l'estomac avec une grande activité : il en est de même de la fermentation butyrique, et c'est à ces fermentations qu'il faut rattacher ces productions de gaz inflammables qu'on a parfois constatées sur l'homme : ces gaz semblent constitués tantôt par l'hydrogène, tantôt par le gaz des marais (2). Maly a établi aussi que la muqueuse stomacale, au contact du sérum du sang, de la glycose, de la dextrine, fermentait, et donnait de l'acide lactique, par suite du développement de bactéries et de ferments organisés (3).

J'ai cherché à voir si cette aptitude spéciale à développer ainsi la fermentation lactique se retrouverait chez les animaux qui, à aucun âge de leur vie, ne digèrent le lait. J'ai injecté dans l'estomac d'un petit Brochet vivant quelques grammes de lait ; au

(1) Hoppe-Seyler (*Physiologische Chemie*, 1878) dit que la fermentation lactique n'a pas lieu dans l'estomac. Cette assertion est absolument contraire à tout ce que j'ai vu et que je rapporte ici.

(2) Carius et Popoff., *Berl. Klin. Wochensblatt*, 1870, n° 38. — Ewald, *Reicherts Archiv.*, 1873, n° 2, p. 217.— Schultze, *Berl. Klin, Wochensblatt*, 1874, n°s 27 et 28.

(3) *Annalen der Chemie and Pharmacie*, 1874, p. 227.

bout d'une heure, la caséine avait disparu entièrement, et le liquide qui restait dans l'estomac était très-acide, bien plus acide qu'il ne l'est en général chez les Poissons à jeun. De plus, le suc gastrique de Poisson coagule énergiquement le lait tout comme la présure extraite de la caillette des veaux (1).

Ainsi le suc gastrique agit d'une manière spéciale sur la fermentation lactique du lait; mais il ne suffisait pas de rapporter ce fait, il fallait chercher, par de nouvelles expériences, à assigner une cause à cette action.

Maly, en mettant une muqueuse gastrique de porc en présence de glycose, de lactose et de dextrine, a vu qu'il se formait de l'acide lactique. Pour lui, c'est une fermentation due à des microphytes; car, en ajoutant du phénol, l'acidité n'augmente pas, et la production d'acide lactique cesse complétement (2).

Il y aurait quelques réserves à faire sur cette opinion de Maly.

En effet, même sans mettre de glycose ou de dextrine, il aurait pu voir l'acidité de l'infusion stomacale augmenter, ainsi que nous aurons l'occasion de le dire plus loin, et il fallait faire des expériences comparatives, qui seules permettent de juger la question,

D'ailleurs, j'ai souvent répété des expériences analogues. Du suc gastrique, ou l'infusion de la muqueuse stomacale, en présence de la lactose pure, n'ont jamais pu déterminer de fermentation lactique, et c'est à peine si le mélange augmentait d'acidité.

Nous nous trouvons donc en présence de deux faits, contradictoires en apparence :

1o La fermentation lactique du lait est activée par le suc gastrique;

(1) Ce fait n'est pas en contradiction avec la théorie de l'évolution. En effet, la muqueuse gastrique des Poissons ayant à peu près les mêmes propriétés que la muqueuse gastrique des Mammifères, si le lait est un aliment spécialement convenable à l'estomac des Mammifères, il doit être aussi très-facilement digérable par les Poissons. J'ajoute que cette action du suc gastrique des Poissons sur le lait a été vue avant moi par Hammarsten (cité par Hoppe-Seyler, *loc. cit.*, p. 219), et il y a près d'un siècle et demi par Andry, *Des aliments*, p. 362.

(2) *Ann. d. Chem. et Pharm.*, t. CLXXIII, p. 227.

2° Une solution pure de lactose ne fermente pas sous l'influence du suc gastrique.

Mais il n'y a jamais de contradiction entre deux vérités. Si elles paraissent se contredire, c'est qu'on n'a pas compris leur véritable signification.

Les expériences suivantes permettent de mieux comprendre ce phénomène de la fermentation du lait.

On prend du lait et on le coagule par le suc gastrique, puis on sépare la liqueur en deux portions. L'une est mise à l'étuve avec la caséine coagulée, et l'autre est mise à l'étuve après avoir été filtrée, de manière que ni la caséine ni les graisses ne passent dans la liqueur.

Or l'acidité de la liqueur filtrée, même au bout de six mois, ne dépasse pas 1.6 d'acide lactique pour 100 grammes, tandis que l'acidité de là liqueur non filtrée atteint, au bout de quelques jours, 4 grammes d'acide lactique.

Constamment j'ai retrouvé le même fait en opérant avec du suc gastrique d'Homme, de Chien, de Veau, de Poisson, ou avec la pepsine commerciale de Hottot (suc gastrique de porc). Il y a toujours une grande différence entre la fermentation du lait en présence de la caséine ou sans caséine.

Cependant, même le petit-lait ainsi obtenu fermente, puisque environ le tiers du sucre de lait est transformé en acide lactique. Mais toute la caséine n'est pas précipitée, et il en reste une partie en solution (lactoprotéine, caséine soluble), ainsi qu'on peut s'en rendre compte en traitant par l'alcool le lait filtré. Il y a un précipité plus ou moins abondant, dû à la coagulation de matières albuminoïdes insolubles dans l'alcool, mais dissoutes dans le petit-lait.

Cette hypothèse est confirmée par l'expérience suivante : Du lait est coagulé par l'alcool filtré, évaporé à consistance presque sirupeuse, coagulé de nouveau par un mélange d'eau et d'alcool, et filtré. L'alcool est chassé par évaporation au bain-marie, et on ajoûte au résidu autant d'eau qu'il y en avait dans la liqueur lactée primitive. Cette solution représente évidemment du lait avec toute sa lactose et ses sels mi-

néraux, mais avec sa caséine et sa lactoprotéine en moins. Or elle ne peut plus du tout fermenter, avec ou sans suc gastrique : et on ne peut plus y observer de formation d'acide lactique, même si on l'a ensemencée avec quelques gouttes de lait aigri.

Ainsi, pour que la lactose fermente, une matière protéique est nécessaire : et l'influence du suc gastrique ne se manifeste que si on laisse la caséine en contact avec la lactose, car le suc gastrique agit probablement en dissolvant la caséine. Son action sur la fermentation du sucre de lait n'est pas directe, mais médiate. *Il transforme la caséine insoluble en caséine soluble, et permet au ferment de se développer aux dépens des matières azotées dissoutes.*

A posteriori, l'expérience vient montrer qu'il en est ainsi. En effet, une solution de lactose et de suc gastrique ne fermente pas. Une solution de lactose et de caséine précipitée, insoluble, ne fermente pas. Une solution de lactose et de caséine dissoute dans du suc gastrique fermente.

Cependant il semble que dans le lait il y ait une condition spéciale, inconnue encore, favorable à la fermentation lactique, car cette solution de lactose et de caséine dissoute ne fermente pas aussi activement que du lait additionné de suc gastrique (1).

Résumant cette discussion, nous voyons que le lait, dès qu'il arrive dans l'estomac, fermente immédiatement, que le suc gastrique est le milieu le plus favorable à sa fermentation, mais que, s'il est très-acide, cette fermentation est plus lente. Quelques gouttes de lait dans un suc gastrique très-abondant et très-acide feront, au bout de deux heures, un liquide à peine plus acide qu'une masse considérable de lait alcalin avec quelques gouttes de suc gastrique. On peut retrouver ici la confirmation de ce que nous disions plus haut sur l'équilibre de l'acidité stomacale. Chez les jeunes animaux, cet équilibre est très-nécessaire. Quand ils ont ingéré beaucoup de lait, il faudrait une grande quantité de suc gastrique pour acidifier tout

(1) Hammarsten admet qu'il existe dans la muqueuse gastrique un ferment spécial qui coagule immédiatement la caséine, et qui est distinct de la pepsine. Il admet un autre ferment qui transforme la lactose en acide lactique.

ce lait, tandis que c'est le lait lui-même qui en fait les frais, et qui, par ses modifications propres, devient acide. Mais comme l'acidité de l'estomac ne doit pas dépasser une certaine limite, si le suc gastrique est très-acide et le lait peu abondant, cette fermentation est très-peu développée.

Si nous insistons ainsi sur la digestion du lait, c'est que le lait est l'aliment par excellence, celui qui convient à toutes les époques de la vie, et qui est nécessaire au développement des jeunes mammifères.

Il semble donc qu'il y ait entre ces deux liquides, le lait et le suc gastrique, une sorte d'affinité telle que la fermentation du lait ne se produise bien qu'en présence du suc gastrique. En effet, la fonction du lait est d'être digéré par le suc gastrique ; et on ne peut empêcher de voir dans cette relation une sorte d'adaptation acquise par l'hérédité.

La plupart des auteurs admettent que le suc gastrique s'oppose à la putréfaction ; mais il importe de faire sur ce fait quelques réserves.

D'abord, entre la sécrétion gastrique, la peptonisation, la fermentation, la putréfaction, il n'y a pas de limites nettement tranchées. Tous ces phénomènes sont des dédoublements chimiques, probablement avec hydratation et fixation d'oxygène, dont les termes ultimes sont l'ammoniaque, l'acide carbonique et l'eau.

La putréfaction est le terme final de la sécrétion gastrique, et s'observe, quoi qu'on en ait dit, dans certaines conditions.

Si on prend la muqueuse stomacale d'un Veau ou d'un Poisson, et si, après l'avoir bien lavée, on la broie dans de l'eau, on a après filtration un liquide faiblement acide qui, lorsqu'il est frais, a des propriétés digestives énergiques. Au contact de l'air il absorbe de l'oxygène et devient plus acide, sans que cependant son acidité devienne jamais bien considérable. Mais, si on n'a pas ajouté d'acide, on voit au bout de quelques jours le liquide primitivement transparent se troubler, et devenir opalescent ; cette transformation est presque subite, et, si

la température est élevée, se fait en quelques heures. L'acidité, qui a d'abord rapidement augmenté, tend à augmenter encore, quoique beaucoup moins vite. Il se forme des acides gras très-solubles dans l'éther, répandant une odeur infecte. En un mot, l'infusion stomacale, qu'on peut regarder vraisemblablement comme du suc gastrique pur, mélangé à du mucus, se putréfie très-rapidement, contrairement à l'opinion généralement adoptée. Toutes les fois que j'ai fait une infusion stomacale sans acidifier la solution, je n'ai jamais pu conserver le liquide intact plus de deux ou trois jours, même en hiver.

Cette putréfaction n'est pas un phénomène différent des autres phénomènes chimiques de l'organisme : c'est seulement un phénomène d'oxydation plus avancé et probablement dirigé dans un autre sens. Dans l'organisme, à mesure que l'oxydation détruit les matières albumineuses, elles disparaissent et donnent, outre l'azote, l'acide carbonique, l'ammoniaque et l'urée, termes ultimes des actions chimiques de la nutrition, des produits volatils, acides gras complexes, acides amidés, bases ammoniacales, toutes substances qu'on retrouve dans la sueur, dans l'urine, dans les fèces, dans les produits de l'exhalation pulmonaire (*halitus sanguinis*), etc.

Le corps vivant est une sorte de laboratoire où se produisent à peu près les mêmes corps que par la putréfaction cadavérique. La différence est qu'il y a pendant la vie rénovation et élimination, tandis que sur le cadavre il n'y a ni renouvellement des éléments, ni élimination des produits, de composition.

En tout cas, pour le suc gastrique comme pour le lait, la putréfaction n'a pas lieu si on ajoute à l'infusion un acide en quantité suffisante. Il suffit que l'acidité soit de 1 gramme pour mille en acide chlorhydrique pour retarder de plusieurs jours la putréfaction. Avec quatre fois plus d'acide chlorhydrique, le retard est plus considérable et probablement indéfini. On peut, au bout de plusieurs semaines, faire parfaitement usage, pour des digestions artificielles, des infusions gastriques préalablement acidifiées.

Toutefois le fait que les solutions ainsi obtenues ne répandent pas d'odeur fétide, n'est pas suffisant pour dire qu'il n'y a pas putréfaction. La putréfaction n'existe pas dans le sens vulgaire du mot, mais en réalité la proportion des acides organiques a changé, et il s'est formé, comme nous l'avons vu plus haut, des acides gras supérieurs. Il est bon de noter le fait ; car, entre la putréfaction et la fermentation spontanée des liquides organiques, je ne vois pas quelle limite précise on pourrait établir. Le suc gastrique pur ne se putréfie pas, mais il fermente, il se transforme : c'est un degré de putréfaction moins complet que la décomposition cadavérique, mais c'est un phénomène chimique identique.

La pepsine n'a aucune influence pour entraver la putréfaction. Déjà Albertoni (1) avait vu qu'en chauffant le suc gastrique à 100 degrés, ce qui paralyse l'activité digestive de la pepsine, on n'empêche pas l'action antiputride du suc gastrique, tandis qu'en le neutralisant avec du carbonate de soude, on lui ôte cette propriété.

Mais néanmoins, la question étant controversée, j'ai essayé de la juger par l'expérience.

En somme, les acides minéraux, sulfurique, chlorhydrique, phosphorique, etc., empêchent tout autant que le suc gastrique la putréfaction de se produire. C'est donc à l'acidité du suc gastrique qu'est due son action, non pas antifermentescible, mais antiputride. Cette action est loin d'être complète, et elle est d'autant plus puissante que le suc gastrique est plus acide ; elle est au maximum dans les solutions artificielles de suc gastrique auxquelles on a ajouté beaucoup d'acide chlorhydrique. Elle est nulle dans le suc gastrique neutralisé.

Voici les expériences qu'on peut faire pour démontrer que le pouvoir antiseptique du suc gastrique n'existe pas : On prend de la fibrine de sang fraîche. On la met à l'étuve dans deux flacons, et on la mélange, dans un flacon avec de la pepsine, dans l'autre

(1) *Annotazioni di resultanse sperimentali ottenute nel laboratorio di Padova, nel anno* 1873. *Lo Sperimentale,* juin 1874.

flacon avec de l'acide chlorhydrique. Or on trouve toujours, au bout de quinze à vingt heures, la fibrine non acidifiée complétement putréfiée, tandis que la fibrine acidifiée, dissoute et non transformée, ne dégage aucune odeur. L'extrait gastrique à peine acide de la muqueuse stomacale se putréfie en deux jours; mais, si on y ajoute quelques gouttes d'acide chlorhydrique, il n'y a plus de putréfaction.

Une autre expérience, intéressante à plusieurs points de vue, consiste à dialyser une certaine quantité de suc gastrique acide dans une grande quantité d'eau. Les peptones sont dialysées, ainsi qu'une très-faible quantité d'acide, la majeure partie, comme nous l'avons indiqué plus haut, ne pouvant passer à travers la membrane. Or, dans la liqueur qui a été dialysée, et qui est très-peu acide, la putréfaction survient très-rapidement, quoiqu'il n'y ait que des peptones solubles, tandis que, dans la liqueur non dialysée, très-acide, la putréfaction ne survient jamais.

Ainsi, le soi-disant pouvoir antiseptique et antipudrique du suc gastrique avait reçu une fausse interprétation. Quelques gouttes d'acide chlorhydrique sont plus puissantes que de grandes quantités de pepsine (1).

Il n'y a donc pas lieu d'établir, comme on a essayé de le faire, un pouvoir mystérieux de conservation antiseptique qui fait de la secrétion stomacale un liquide exceptionnel, étranger aux altérations que subissent les autres humeurs de l'organisme.

Résumons maintenant les faits que nous venons de démontrer.

La sécrétion du suc gastrique se confond presque toujours avec la fermentation des matières alimentaires qui se trouvent dans l'estomac. L'exosmose et l'endosmose dont la cavité stomacale, pourvue largement de vaisseaux sanguins, est incessamment le siége, font que cette acidité reste à peu près constante, ne variant que dans de faibles proportions, tandis que la nature de

(1) Ce que dit Wittich (*loc. cit.*, p. 442) s'applique à la pepsine proprement dite; celle-ci est évidemment, lorsqu'elle est desséchée, un corps assez stable qui ne se décompose pas comme les substances albuminoïdes.

l'acide libre, invariable pour le suc gastrique pur, est au contraire très-changeante selon l'alimentation. C'est une sorte d'économie de la nature, qui, prodigue de résultats, est avare de moyens, et supplée à une sécrétion acide, qui épuiserait l'organisme, par des fermentations de divers ordres, d'autant plus nettes que le liquide alimentaire est plus nécessaire à l'organisme, et qui atteignent leur maximum pour le lait. Si le suc gastrique est très-acide, c'est-à-dire très-riche en acide chlorhydrique, la fermentation et la putréfaction seront très-lentes ; si au contraire le suc gastrique est peu abondant et peu riche en acide chlorhydrique, la fermentation acide et la putréfaction seront très-promptes, comme si la nature voulait, dans les aliments mélangés au suc gastrique, établir une sorte d'équilibre constant. Cette fermentation, cette putréfaction, sont les phénomènes chimiques derniers de l'évolution des glandes gastriques, et on ne peut tracer de limite entre la sécrétion glandulaire et la putréfaction. Ce sont des oxydations successives et des dédoublements dont le résultat est sans doute très-différent, mais qui reconnaissent tous une seule et unique cause, à savoir les affinités chimiques.

Le rôle du suc gastrique dans la digestion des aliments a été étudié par un grand nombre d'auteurs. La conclusion générale est que le suc gastrique n'agit pas sur les aliments hydrocarbonés (graisse, amidon, sucre), et que son action se borne à la transformation des matières azotées, qui d'insolubles deviennent solubles.

Cependant quelques chimistes ont admis que le sucre de canne était transformé en glycose dans l'estomac (1). Longet s'est assuré que l'action du suc gastrique était due à son acide, et non à la pepsine (2). On sait, en effet, que les acides minéraux, même très-dilués, peuvent transformer la saccharose en glycose.

(1) Bouchardat et Sandras, *De la digestion des matières féculentes et sucrées, Supplément de l'Annuaire de thérapeutique pour* 1846. — Smith, *Expériences sur la digestion. Journ. de la physiologie.* 1858, t. I, p. 144. — Brown-Séquard, *ibid.*, p. 158

(2) *Traité de physiol.*, t. I, 2e édit., p. 248.

D'autres physiologistes, Blondlot, Frerichs (1), Rœbner (2), Dalton (3), ont nié que le suc gastrique puisse transformer le sucre de canne en glycose : Claude Bernard a trouvé dans le suc intestinal (4) un ferment inversif capable de transformer le sucre de canne en glycose.

De même que l'inversion du sucre de canne, la transformation des matières amylacées en glycose par le suc gastrique a été tantôt niée, tantôt affirmée par divers auteurs. Ainsi Smith (5), ayant fait quelques expériences sur A. de Saint-Martin, le même individu que Beaumont avait observé, conclut que le suc gastrique transforme l'amidon en glycose. Brown Séquard (6), utilisant la faculté qu'il a de rendre sans effort et sans nausée les aliments qu'il a pris, a constaté que la matière amylacée de l'arrow-root était promptement transformée en sucre dans l'estomac, tandis que, par l'action seule de la salive, cette action était beaucoup moins rapide. Pour Claude Bernard, tous les liquides muqueux de l'organisme auraient cette propriété diastatique, mais elle serait immédiatement arrêtée dans un milieu acide. Enfin Munk (7) a trouvé que la muqueuse stomacale du Porc, traitée par la glycérine, abandonnait un ferment qui, dans une solution parfaitement neutre, transforme l'amidon en sucre.

Toutefois, beaucoup d'auteurs (8) ont contesté cette propriété du suc gastrique. Longet a montré que le suc gastrique, neutralisé, exempt de salive, ne pouvait transformer la fécule en glycose (9). Mais, dans l'estomac, le suc gastrique est acide et il contient de la salive. Il faut donc voir, d'une part, si la salive mélangée au suc gastrique agit sur la fécule ; d'autre part si

(1) *Loc. cit.*

(2) *Disquisitiones de sacchari cannæ in tractu cibario mutationibus.* Diss. Breslau, 1859.

(3) *Americ. Journ. of med. sciences.* Oct. 1854.

(4) *Bullet. de la Soc. de biol.*, 1877.

(5) *Loc. cit.*, p. 155.

(6) *Loc. cit.*, p. 158.

(7) *Ungeförmte Fermente in Thierkörper. Deutsche med. Wochensch*, 1876, n° 48.

(8) Mialhe, Dalton, Carpenter, Frerichs, Lehmann, *loc. cit.* — Colin, *Traité de physiol.*, t. I, p. 711. — Lenz, *Diss. inaug.* Greifswald, 1858.

(9) *Loc. cit.*, t. I, p. 190.

l'acidité du suc gastrique a une influence sur cette transformation.

Ce qui complique le problème, c'est que les matières albuminoïdes dissoutes, et aussi, selon Cl. Bernard (1), la gélatine, agissent sur la liqueur de Fehling (tartrate de cuivre et de potasse) et masquent la réaction de la glycose en dissolvant l'oxyde de cuivre précipité. On peut se débarrasser d'une partie des peptones en les précipitant par le sous-acétate de plomb; mais certaines peptones ne sont pas précipitées, et il en reste assez pour masquer la réaction glycosique en présence de la liqueur de Fehling.

Pour remédier à cet inconvénient, j'ai fait des essais avec une solution d'acide chlorhydrique au 2/1000e, c'est-à-dire à peu près équivalente à l'acidité stomacale. J'ai fait agir alors une certaine quantité de salive fraîche sur la fécule, dans des conditions semblables, et j'ai vu que la transformation en sucre était non-seulement aussi rapide (2), mais même plus rapide dans les solutions acides que lorsque la solution est neutre ou légèrement alcaline.

Ainsi la salive agit au milieu du suc gastrique acide plus énergiquement que dans la bouche. Sans attacher beaucoup de valeur à une preuve téléologique, nous dirons qu'il devait en être ainsi. En effet, pendant la mastication et la déglutition, les aliments séjournent si peu de temps dans l'estomac, que la transformation glycosique ne pourrait pas s'y opérer, et que, si la salive n'eût dû agir que dans la bouche, elle eût été à peu près inutile au point de vue de la transformation chimique des aliments : la digestion gastrique se complique donc toujours de la digestion salivaire, car la quantité de salive qui passe dans l'estomac est très-considérable (3).

(1) *Leç. sur les liquides de l'organisme.*

(2) Le fait est contesté dans la plupart des livres classiques. Cependant, Schrœder, Schiff, et d'autres auteurs admettent que la salive agit dans un milieu acide.

(3) Quoique ce point ne touche qu'indirectement la digestion stomacale, je noterai que la salive intervertit le sucre de canne. L'expérience est très-facile à faire. Il suffit de prendre un morceau de sucre candi très-pur, qui ne contient pas de glycose ; après avoir constaté qu'il ne réduit pas la liqueur cupro-potassique, on le mâche pen-

Il serait intéressant de voir si le sucre de lait se transforme en glycose, mais c'est un point qui n'a pas encore été recherché.

Les substances hydrocarbonées analogues aux sucres, telles que les gommes et la pectine, ne seraient pas modifiées par le suc gastrique, au dire de Blondlot et de Frerichs. Selon Claude Bernard (1), le suc gastrique changerait la glycose en acide lactique, après un contact prolongé.

Je n'ai pas fait d'expérience avec la glycose, mais j'ai mis pendant un mois du suc gastrique en contact avec une solution de lactose : pendant plusieurs jours, le mélange fut placé dans une étuve à 40 degrés. La dissolution n'augmenta pas d'acidité, et l'éther agité avec le liquide ne devint pas acide. Par conséquent le suc gastrique, ainsi que je l'ai déjà indiqué plus haut, ne transforme pas la lactose en acide lactique.

Toutefois la fermentation lactique paraît, dans quelques circonstances, ainsi que je l'ai démontré précédemment, être facilitée par le suc gastrique. Maly (2) a montré que, si on mettait des fragments de muqueuse stomacale en présence de la glycose, on avait une fermentation lactique due à des infusoires, et arrêtée par le phénol.

L'alcool est absorbé probablement sans modification, quoique Kretschi (3) ait cru reconnaître de l'aldéhyde parmi les produits de la digestion d'une femme qui avait ingéré de l'alcool. Selon Bouchardat et Sandras, selon Frerichs, l'alcool ne subit pas dans l'estomac la fermentation acétique. Chez Marcelin, après l'ingestion de vin ou d'alcool, je n'ai jamais pu déceler la présence d'acide acétique.

Les substances grasses ne paraissent pas non plus subir l'action digestive du suc gastrique. Les changements paraissent

dant quelque temps : on constate alors que la salive sucrée réduit notablement la liqueur de Fehling, Il est étonnant qu'une expérience aussi simple ne se trouve consignée nulle part. Hoppe-Seyler prétend même (*Physiol. Chemie*, p. 188) que la salive n'intervertit pas le sucre de canne. Je crois cette expérience intéressante à signaler.

(1) *Leç. de phys. expériment.*, t. II, p. 402.

(2) *Loc. cit.*

(3) *Loc. cit.*

être simplement physiques. La température du corps, ainsi que la liquéfaction des matières qui emprisonnaient la graisse, fait qu'elle vient surnager les liquides stomacaux. Aussi les graisses passent-elles en dernier lieu par le pylore. Il est aussi possible que les graisses neutres soient dédoublées, et les acides gras mis en liberté; mais je n'ai rien vu de semblable à une émulsion, quoi qu'en aient dit Blondlot (1) et Beaumont (2) sur la digestion des matières grasses. Pour Lehmann (3), la présence des matières grasses accélère l'action du suc gastrique sur les substances protéiques. Le fait serait assez surprenant pour mériter d'être examiné de nouveau.

La cellulose et ses isomères résistent à l'action du suc gastrique, comme à la plupart des liquides digestifs (4). En tous cas, la cellulose n'est pas modifiée par le suc gastrique. Tous les expérimentateurs ont admis ce fait, qui est aujourd'hui incontesté.

Comme la cellulose fait partie d'un grand nombre d'aliments naturels, on voit bien que ce qu'on appelle digestibilité des aliments est un mot qui répond difficilement à un fait physiologique précis. Evidemment, une substance, telle que la graisse, est absolument indigeste pour l'estomac, tandis qu'elle peut être digérée par le suc pancréatique et la bile. L'amidon ne sera digestible que si l'estomac contient de la salive. La cellulose sera indigeste dans tout le parcours du tube digestif.

Quant à ce qui concerne la durée du séjour dans l'estomac de tel ou tel aliment, il faut reconnaître qu'au point de vue chimique, ce n'est pas un fait de grande importance. D'ailleurs il y a des variations considérables suivant les individus; et l'étude approfondie de la digestibilité des aliments naturels intéressera plus le médecin que le physiologiste. Je renverrai

(1) *Recherches sur la digestion des matières grasses. Th. p^r le doctor. ès sciences.* Paris, 1855, p. 29.

(2) *Loc. cit.*, p. 96.

(3) *Lehrbuch der physiol. Chemie*, t. II, p. 49.

(4) Selon Gillavry (*Rev. des sc. médic.*, 1877, t. IX, p. 404), la cellulose ne serait transformée en glycose que dans un milieu alcalin, et le ferment agissant ainsi n'existerait que dans l'appendice vermiforme du lapin.

sur ce sujet aux expériences de Gosse, de Beaumont et de Blondlot. Nous étudierons plus loin comment la pepsine agit sur les diverses substances protéiques.

Les sels minéraux solubles se dissolvent dans le suc gastrique. En particulier, les sels calcaires, phosphate et carbonate de chaux, qui sont contenus dans les os, sont attaqués par le suc gastrique (1). D'une part, la trame organique de l'os (osséine) est dissoute par la pepsine, comme les autres substances protéiques, tandis que la partie calcaire est décomposée par l'acidité stomacale. Cependant, dans les digestions artificielles, les os ne sont que difficilement attaqués. Les cartilages (arêtes) disparaissent aussi très-rapidement dans le suc gastrique des Poissons; elles se ramollissent, se gonflent, deviennent fragiles et transparentes, et finalement se dissolvent.

Les métaux attaqués par les acides doivent nécessairement se dissoudre dans le suc gastrique. Frerichs a trouvé de l'oxyde de fer (2). Plus récemment, Cl. Bernard a vu que la muqueuse gastrique, en contact avec la limaille de fer, dégageait de l'hydrogène (3).

Enfin il faut noter, parmi les substances qui résistent le plus au suc gastrique, la membrane chitineuse de certains Invertébrés (4), en particulier de ces Helminthes, pour qui l'estomac est un milieu naturel et vivifiant, depuis ceux que Spallanzani avait déjà vus dans l'estomac des Salamandres (5), jusqu'aux larves d'Œstre et au *Spiroptera mégastome* qu'on trouve dans l'estomac des Solipèdes. Beaucoup de Poissons ont des Helminthes dans le tube digestif, et probablement aussi dans l'estomac. Les Trichines, incluses dans la chair musculaire, ne sont pas atta-

(1) Voy. Blondlot (*loc. cit.*), qui a étudié cette question avec beaucoup de soin, quoique avec des idées préconçues, et des hypothèses chimiques souvent ridicules.

(2) *Loc. cit.*, p. 801.

(3) *Soc. de biol.*, 1877.

(4) D'après Pouchet et Tourneux (*Éléments d'histologie*), la chitine des Crustacés serait dissoute par le suc gastrique des Poissons.

(5) Voy. aussi Hipp. Lucas (*Ann. de la Soc. entomol.*, année 1851, p. LXII); — Gratiolet (*ibid.*, 1851, p. LXIII); — Laboulbène et Vulpian (*Mém. de la Soc. de biologie*, 1861, p. 329).

quées quand la chair est dissoute par le suc gastrique. Elles traversent le suc gastrique sans encombre, et, une fois mises en liberté, peuvent se répandre dans l'économie. Quant aux organismes plus petits, ferments acétique, lactique et surtout butyrique, je les ai vus se développer, avec une vitalité surprenante, sur des matières alimentaires mêlées au suc gastrique (1). Rien ne serait plus curieux, au point de vue de la physiologie générale, que d'étudier l'évolution de ces êtres dans un milieu comme le suc gastrique, qui paraît, au premier abord, par son acidité, comme par l'énergie de ses réactions chimiques, si impropre à la vie.

En résumé, les diverses matières alimentaires que nous venons de passer en revue, les sucres, les gommes, les graisses, la cellulose, ne subissent probablement pas l'action des sécrétions stomacales, et il faut restreindre la fonction du suc gastrique à la digestion des matières protéiques.

On sait que les matières albuminoïdes se présentent en général sous deux états différents. D'une part, elles sont solubles, et, d'autre part, par l'action de certains réactifs, elles passent à l'état insoluble. Ainsi, supposons la caséine, soluble dans une eau légèrement alcaline ou légèrement acide, précipitée par l'alcool; on aura une caséine insoluble, laquelle ne peut plus se dissoudre dans l'eau. De même l'albumine de l'œuf, précipitée de sa solution neutre par un acide, ne peut plus revenir à son état soluble, quand on neutralise de nouveau la solution. Pour les autres albuminoïdes, on peut établir la même proposition. En général, les acides, les sels métalliques de cuivre, de mercure, de plomb, le tanin, l'alcool, font passer les matières protéiques de l'état soluble à l'état insoluble.

Par l'action de la pepsine, unie à l'acide chlorhydrique, les albumines peuvent passer à un troisième état allotropique, qui est l'état de peptone. Les peptones sont caractérisées par leur solubilité complète dans presque tous les réactifs. Il n'y a guère

(1) Voy. Paschoutin, *Arch. de physiol.*, 1875, p. 773. *Recherches sur quelques espèces de decomposition putride.*

que l'alcool, le tanin, le sublimé, l'acétate de plomb, le nitrate de mercure, qui précipitent les peptones; de sorte que nous aurons, en prenant la caséine pour exemple, trois caséines différentes :

Caséine soluble. — Telle qu'elle existe dans le lait, précipitable par l'acide nitrique concentré.
Caséine insoluble. — Insoluble dans l'eau pure, dans l'eau faiblement alcaline et dans l'eau faiblement acide.
Caséine peptone. — Ne précipitant plus par l'acide nitrique, et soluble dans l'eau.

A ces caractères tout extérieurs, on peut en ajouter deux autres, qui sont d'une très-grande importance au point de vue physiologique. Les albumines solubles ne peuvent passer à travers les membranes, tandis que les albumines transformées en peptones dialysent avec facilité. L'albumine soluble, injectée dans le sang, se retrouve dans l'urine et n'est pas assimilée, tandis que les peptones ne se retrouvent pas dans l'urine.

Telle est, d'une manière très-sommaire et très-générale, l'action que le suc gastrique exerce sur l'albumine. Mais nous allons voir, en entrant dans les détails, que le phénomène est extrêmement complexe.

Le premier auteur qui ait bien décrit les modifications de l'albumine par la pepsine acide est Mialhe, qui donna à l'albumine modifiée le nom d'albuminose (1).

Mialhe a fait aussi l'expérience intéressante, mentionnée plus haut. L'albumine d'œuf injectée dans le sang reparaît dans les urines, tandis que, si elle est injectée à l'état d'albuminose, elle ne reparaît pas dans l'urine. C'est une expérience analogue à celle de Cl. Bernard, qui injecte du sucre de canne dans les veines, et le sucre de canne est retrouvé dans l'urine; tandis qu'en injectant de la glycose, la glycose disparaît du sang et ne peut se retrouver. La conclusion est que, pour que l'assimilation de l'albumine puisse se faire, il faut qu'elle ait été

(1) *Mém. sur la digestion et l'assimilation des matières albuminoïdes*, Paris. 1847. — *Chimie physiol. appliquée à la digestion*. Paris, 1856.

auparavant transformée en peptone par l'action chimique de la sécrétion stomacale.

Après Mialhe, Lehmann (1) étudia aussi les modifications des matières protéiques par la pepsine, et il donna à l'albumine ainsi modifiée le nom de *peptone*, nom qui est resté dans la science, et qui est maintenant le plus généralement employé. A peu près vers la même époque, Corvisart (2) crut constater que les peptones variaient selon la nature des substances protéiques qu'on faisait dissoudre par la pepsine, Ainsi il y aurait une fibrine-peptone précipitable par le bichlorure de platine et une albumine-peptone que le bichlorure de platine ne précipite pas. D'après Corvisart, la composition et le pouvoir rotatoire d'une albumine quelconque et de cette albumine transformée en peptone restent invariables. Mais l'albumine-peptone diffère de son homologue en ce qu'elle est dialysable, soluble dans presque tous les réactifs et assimilable par l'organisme.

Meissner a publié, sur la digestion peptique, un travail important (3). Il classe les peptones selon leurs réactions vis-à-vis de l'acide nitrique et du ferrocyanure de potassium avec l'acide acétique. Quand on neutralise exactement les matières albuminoïdes à demi chymifiées, les peptones seules restent solubles, l'albumine se précipite. Cette albumine a été nommée par Meissner parapeptone. Il a montré que, par les progrès de la digestion, elle se transformait peu à peu en isomère insoluble ou dyspeptone. Il est probable que l'opinion de Meissner n'est pas complétement exacte; toutefois, il est remarquable que, dans toute digestion artificielle, il y a constamment une portion de l'albumine non modifiée, une sorte de résidu qui ne disparaît jamais par le progrès de la digestion stomacale, et qui semble avoir besoin, pour se dissoudre, du suc pancréatique. Si maintenant on reprend les peptones solubles, on en trouve si-

(1) *Lehrbuch der physiologischen Chemie*, t. II, p. 46.

(2) *Études sur les aliments et les nutriments*. Paris, 1854, et *Gaz. hebd. de médecine*, 1857, t. IV, p. 252.

(3) *Untersuchungen ueber die Verdauung der Eiweisskörper.— Zeits. für rationn. Medizin*, 1859, t. VII, p. 1; 1860, t. VIII, p. 280; t. IX, p. 1.

multanément ou successivement trois variétés. La peptone α, qui précipite par l'acide nitrique concentré et par le ferrocyanure de potassium additionné d'acide acétique ; la peptone β, qui ne se trouble pas par l'acide nitrique, mais précipite par le ferrocyanure de potassium acétique ; la peptone γ, qui ne précipite par aucun de ces réactifs. Il semble que les peptones α et β tendent, par les progrès de la digestion, à se transformer en peptone γ.

Evidemment, ces caractères ne sont pas absolument suffisants, mais ils ont l'avantage d'être faciles à constater et de marquer, par des points de repère assez précis, les phases du travail digestif. Aussi l'opinion de Meissner ne mérite-t-elle pas, à mon sens, le discrédit dont elle semble frappée aujourd'hui.

Après Meissner, on peut citer les magnifiques travaux de Brücke et de Schiff, qui ont fait faire de grands progrès à la science.

Malgré tant de travaux, la composition des peptones n'est pas en dehors de toute contestation.

Dans un mémoire récent, Maly (1) a essayé de préparer, avec la fibrine, une peptone aussi pure que possible. Pour cela, il purifiait la fibrine en dissolvant dans l'éther toutes les matières grasses qu'elle contient : il obtenait ainsi une fibrine pure donnant à l'analyse

$$C = 55.51 \qquad H = 6.98 \qquad Az = 17.34$$

Cette fibrine fut traitée par la pepsine préparée d'après la méthode de Brücke et l'acide chlorhydrique. La solution de peptone neutralisée par le carbonate de soude, privée de l'excès de chlorure de sodium par la dialyse, fut évaporée et additionnée d'alcool. Le précipité, considéré comme de la fibrine peptone pure, donna à l'analyse

$$C = 51.40 \qquad H = 6.95 \qquad Az = 17.13$$

Ces chiffres concordent avec ceux de Thiry, et diffèrent de ceux que Mohlenfeld a trouvés.

En outre, Maly a montré que l'albumine et la peptone avaient

(1) *Journ. fur prakt. Chemie*, t. XI, p. 97, 1875.

une valeur alimentaire égale, et même que les peptones étaient supérieures à l'albumine au point de vue exclusif de l'alimentation (1).

Kossel (2) a montré que la molécule d'albumine, en devenant une peptone, contenait moins de carbone et moins d'azote, et que par conséquent sa transformation devait être la conséquence d'une hydratation et d'une oxydation.

La quantité de métal (calcium) fixé à la peptone est très-fixe, et semble faire partie de sa molécule (3).

En somme, ce qu'on sait des peptones aujourd'hui n'est guère plus que ce qu'en savait Meissner, et le peu que nous savons pourrait se résumer ainsi :

1° Il n'est pas certain que les peptones provenant d'albumines diverses soient identiques ou dissemblables.

2° Une certaine quantité de sels ou de métal reste toujours fixée à la peptone.

3° Les dyspeptones et parapeptones de Meissner ne sont qu'un mélange d'albumine non modifiée et de peptone.

4° La peptone est probablement un acide amidé intermédiaire à l'albumine et à la leucine.

5° La peptone a une valeur nutritive presque égale à celle de l'albumine.

Il serait très important de pouvoir doser les peptones : mais leur solubilité, plus ou moins complète dans la plupart des réactifs, ne permet que difficilement cette recherche chimique. Si on précipite les peptones par l'alcool, une partie reste en dissolution. En ajoutant quelques gouttes d'éther, j'ai vu que la précipitation était plus rapide. Le chlore gazeux, en passant par

(1) Voy. aussi Plosz (*Archives de Pflüger*, t. IX, p. 585).

(2) *Arch. de Pflüger*, t. XIII, p. 309.

(3) On peut consulter, sur la chimie des peptones, les mémoires suivants, dont je ne puis d'ailleurs en général citer que les titres : Kühne, *Wirchows Archiv.*, t. XXXIX, 1867 ; — Thiry, *Zeitsch. für rationn. Medizin*, 1862, t. XIV ; — Brücke, *Comptes rendus de l'Ac. de Vienne*, t. LXI — Lossnitzer, *Einige Versuche ueber die Verdauung der Eiweisskörper*. Diss. inaug. Leipzig, 1864 ; — Diekonoff, *Tub. med. chem. Untersuchungen*, 1865, H. 2 ; — Lubavin, *ibid.*, H. 4 ; — De Barry, *ibid.*, H. 1, p. 76 ; — Adamkiewicz, *Die Nährung mit Peptonen*. Berlin, 1877. — Herth, *Ueber die Chemische Natur des Peptons. Zeits. f. Phys. Chem.*, 1877, p. 277. — Drosdoff, *ibid.*, p. 233.

une solution de peptones, transforme ces matières en un corps jaunâtre, floconneux, léger, adhérent, qui s'agglutine aux parois du vase. Ce qu'il y a de particulier, c'est que ce corps, insoluble dans l'eau, est soluble dans l'éther et l'alcool. Chauffé, il se décompose et donne de l'acide chlorhydrique. Il y a déjà longtemps, Longet (1) a proposé un moyen qui permet de reconnaître la présence des peptones. Il suffit de chauffer, en présence de ces corps, un mélange de glycose et de tartrate cupro-potassique. La glycose ne précipite pas l'oxyde de cuivre dans ces conditions. Selon Cl. Bernard (2), la gélatine et d'autres substances encore auraient la même propriété, ce qui rend le procédé de Longet peu pratique.

Tout récemment, M. Benech (3) a donné une réaction intéressante qui permet de reconnaître la peptone dans l'urine. Il suffit de traiter par la benzine l'urine débarrassée de l'albumine par l'acétate de plomb. On aura un précipité abondant. Toutefois, il y aurait lieu de faire quelques réserves, et de s'assurer si c'est bien de la peptone qui se précipite, et ensuite si toute la peptone est précipitée. En tout cas, ce moyen ne peut servir de dosage quantitatif.

L'action de la pepsine sur l'albumine est assez obscure : pour tâcher de rendre plus clair l'exposé de cette importante question, nous allons examiner successivement ces divers points de vue :

1. L'action de la pepsine est-elle spécifique, et peut-on, par des moyens autres que la digestion stomacale, transformer l'albumine en peptone ?

2. Quelles sont les quantités d'acide et de pepsine nécessaires pour obtenir le maximum d'effet ?

3. La pepsine agit-elle comme un ferment soluble, et des quantités indéfinies d'albumine peuvent-elles être transformées par une quantité limitée de pepsine ?

(1) *Ann. des Sc. natur.*, 4e *sér.*, t. III, 1855, *Nouvelles recherches relatives à l'action du suc gastrique sur les matières albuminoïdes.*

(2) *Leç. de phys. expériment.*, t. II, p. 424.

(3) *Gaz. méd.*, 1877, p. 630.

4. Quelle est l'influence de l'oxygène sur la digestion artificielle?

A. — Plusieurs auteurs, Tiedemann et Gmelin (1), et plus tard Ritter (2), ont montré que l'albumine, soumise à l'action des acides, se dissout en partie. D'autre part, d'après une réaction très-connue, due à Bouchardat (3), l'acide chlorhydrique dilué gonfle la fibrine, et finit par la dissoudre ; mais ces dissolutions, ainsi que Schiff l'a montré (4), ne sont pas des peptonisations. En effet, il suffit de neutraliser la liqueur pour que l'albumine se précipite de nouveau. En ajoutant un excès d'acide, on arrive à un résultat identique. Ce n'est donc pas à une véritable transformation chimique qu'on a affaire, tandis qu'après une digestion peptique, en ajoutant un acide concentré, ou bien en neutralisant la liqueur, on n'a pas de précipitation.

La coction prolongée semble avoir un résultat analogue à l'action de la pepsine, ainsi que l'ont déjà vu Cl. Bernard et L. Corvisart il y a longtemps. Meissner, de Bary, Schiff (5) ont confirmé le fait. La fibrine, chauffée pendant plusieurs jours, semble se transformer en peptone, d'une part, et, d'autre part, en parapeptone, qui, si on continne l'action de la chaleur, se transforme à son tour en dyspeptone. Avec la caséine on obtient, au dire de Meissner, des résultats identiques. D'après Wittich (6), l'acide azotique et l'acide chlorhydrique à 40 degrés peuvent transformer une partie de la fibrine en peptone. Wolffhügel (7) a constaté le même fait, et a vu qu'en élevant la température, on obtenait une plus grande quantité de peptones.

Avec un acide, j'ai pu sans pepsine transformer la caséine en peptone. Pour cela, je fis bouillir pendant plusieurs heures du lait avec de l'acide sulfurique très-étendu (0,10 centi-

(1) *Loc. cit.*
(2) *Thèse de Strasbourg, De l'albuminose.*
(3) *Ann. de chim. et de phys.*, 3e série, t. V.
(4) *Loc. cit.*, t. II.
(5) *Loc. cit.*, p. 168.
(6) *Loc. cit.*, p. 140.
(7) *Archives de Pflüger*, t. VII, p. 188, 1873.

grammes pour un litre de lait). J'avais disposé l'appareil de manière que la solution ne pût perdre son volume et que toute l'eau retombât dans le vase. J'ajoutais de temps à autre quelques gouttes d'acide sulfurique dilué, de manière que finalement le lait fût devenu très-acide. Après huit heures d'ébullition, le lait n'était pas coagulé, mais la caséine avait subi une transformation complète. Ni la potasse, ni l'acide sulfurique concentré, ni l'acide acétique, ne précipitaient la caséine. N'ayant pas pu faire avec ce liquide d'injection dans les veines d'un animal, je n'oserais affirmer que cette caséine fût transformée en peptone; mais, au point de vue chimique, ses réactions étaient absolument celles des peptones.

Cette expérience est facile à répéter ; mais si on ajoute dès le début une trop grande quantité d'acide sulfurique, le lait se coagule immédiatement, et l'expérience est manquée. Car, sur la caséine coagulée, laquelle est mélangée à la graisse, l'acide sulfurique, comme d'ailleurs le suc gastrique, agit très-difficilement. J'ai obtenu un résultat analogue avec l'acide azotique et l'acide oxalique ; mais avec l'acide acétique, je n'ai pas pu réaliser cette transformation de la caséine.

Quoi qu'il en soit, par une ébullition prolongée, soit avec un acide, soit sans acide, on peut obtenir une certaine quantité de peptones. Schiff et Meissner (1) ont substitué à une longue ébullition les effets produits par une haute pression, et ils ont vu que la syntonine ou la caséine en vase clos se transformaient et se dédoublaient, comme avec le suc gastrique, en dyspeptone et en peptone.

A un point de vue différent, Schützenberger (2) est arrivé aussi à dédoubler l'albumine par l'action de l'acide sulfurique étendu et bouillant. Il a obtenu un corps soluble dans l'eau et dans l'alcool, ce qui le rapproche des peptones, et ayant pour formule probable :

$$C^{48} H^{42} Az^{6} O^{24} + 2H O.$$

(1) *Leçons sur la phys. de la digestion*, t. II, p. 173.
(2) *Bull. de la Soc. chim.*, 1875, I, p. 164.

Ce corps a été nommé par M. Schützenberger hémiprotéidine. Avec l'acide sulfurique étendu, on obtient toujours un résidu insoluble qui ressemble plus ou moins à la dyspeptone de Meissner (hémiprotéine de M. Schützenberger).

En tout cas, l'action des acides à des températures ou à des pressions élevées est analogue en partie à celle de la pepsine. Selon Claude Bernard, il y aurait identité d'action. Le suc gastrique n'agirait pas plus que la coction sur la fibre musculaire elle-même ; l'action dissolvante ne porterait que sur le tissu conjonctif qui entoure les faisceaux fibrillaires. L'aspect strié des fibrilles n'est pas détruit, et le muscle n'est vraiment digéré que par le suc pancréatique. La digestion gastrique n'est que le prélude de la vraie digestion (1).

En examinant au microscope les fibres musculaires à demi chymifiés, on peut saisir sur le fait, mieux que dans toute autre circonstance, le processus de dissolution de la fibre musculaire. Il suffit de prendre une petite quantité de la bouillie semi-liquide contenue dans l'estomac ; on la colore avec du picrocarminate d'ammoniaque, et on lave ensuite avec de l'eau la préparation, qu'on examine dans la glycérine. Alors on voit très-nettement des fibres musculaires à toutes les différentes périodes de leur dissolution.

Il semble que le sarcolemme imbibé de suc gastrique soit, avant d'être dissous, rendu plus cassant et plus fragile. Quelquefois, mais plus rarement, le sarcolemme semble intact, et dans son intérieur, la substance musculaire est dissoute par places, avec des traînées de substance non dissoute se colorant par le picrocarminate avec des stries caractéristiques. Le plus souvent le sarcolemme se dissout, en devenant plus épais, s'accusant en dehors de la fibre par un trait plus éloigné du centre.

Mais ce qui domine pour ces premiers phénomènes de digestion, c'est la fragilité du myolemme, qui, se brisant en divers endroits, permet au suc gastrique de dissoudre les matières azotées contenues dans son épaisseur.

(1) Voy. *Leçons de physiol. expérimentale*, t. II, p. 414 et suiv.

Ainsi que plusieurs auteurs, et en particulier Frerichs, l'avaient remarqué depuis longtemps, j'ai constaté que, par l'effet de la digestion gastrique, les stries transversales (disques de Bowmann) apparaissaient avec la plus grande netteté, tandis qu'au contraire les stries longitudinales étaient peu marquées. Quelquefois cependant on voit à la fois les stries transversales et les stries longitudinales, la dissociation de la fibre musculaire se faisant dans les deux sens, mais avec une prédominance marquée pour la dissociation par les disques transversaux.

Si, dans des préparations bien réussies, on examine avec un fort grossissement (6 à 800 diamètres) le disque de Bowmann qui tend ainsi à se détacher, on le voit se désagréger peu à peu en granulations extrêmement fines : il semble qu'il se fasse dans l'épaisseur du disque de Bowmann des stries obscures séparant des espaces clairs d'une extrême petitesse; à la limite du disque, ces granules se sont déjà détachés, et ont presque quitté la fibre musculaire, encore enveloppée sur les bords de son sarcolemme. Ces granulations très-fines dans lesquelles se résout le disque musculaire, sont un état intermédiaire entre l'état amorphe et l'état figuré, puisqu'on obtient des granulations semblables en précipitant par du picrocarminate d'ammoniaque le liquide filtré, transparent, et ne contenant pas, avant d'être coagulé par le réactif, d'éléments figurés.

Ces faits peuvent probablement être généralisés, et s'appliquer non-seulement à la digestion des Poissons, mais aussi à celle des autres Vertébrés; de sorte que nous pouvons considérer le processus décrit plus haut comme se retrouvant aussi pour la dissolution des fibres musculaires des animaux supérieurs dans l'estomac des Carnassiers. Mais nulle part il n'est plus facile à observer qu'en examinant la pulpe contenue dans l'estomac des Poissons. La pulpe alimentaire, mélangée à des débris de muscle que contient l'estomac des Poissons, est donc très-avantageuse pour l'étude de la digestion du tissu musculaire.

Les faits qui établissent une certaine analogie entre la digestion et la coction, ont un assez grand intérêt au point de vue

médical. S'il est vrai en effet, comme le pense Schiff, que l'absorption des peptones soit nécessaire pour qu'il y ait de la pepsine dans l'estomac, l'eau chaude, qui a transformé une partie de la viande en peptones, est un excellent peptogène. Aussi, d'après Schiff, le bouillon est-il un des meilleurs aliments qu'il convienne de prendre au début d'un repas. De même on pourrait conclure aussi que la viande cuite est plus facile à digérer que la viande crue; mais cette assertion serait assez hasardée, car il est probable que, si la coction transforme certaines matières protéiques en peptones, elle en rend d'autres insolubles et plus difficiles à assimiler.

Gorup-Besanez (1) a fait quelques expériences au sujet de l'action de l'ozone sur les matières albuminoïdes. Il a vu que, si on fait passer lentement de l'ozone dans de l'albumine et de la caséine, on obtient des composés protéiques solubles dans les acides et les sels métalliques, précipitant par le tanin et l'alcool, et ayant tous les caractères des peptones. Schiff, qui a répété l'expérience (2), a constaté l'exactitude des faits que Gorup-Besanez avait trouvés; mais la peptone artificielle ainsi produite n'était pas assimilable; injectée dans les veines d'un Lapin, elle s'est retrouvée dans l'urine.

Matteucci a cru faire des digestions artificielles à l'aide de l'électricité. Il mélangea de l'eau, de la viande, du chlorure de sodium et du bicarbonate de soude, et il fit passer dans le mélange un courant développé par une pile de dix-huit couples. Le mélange devint fortement acide, et la viande s'était dissoute dans l'eau; mais, la dissolution étant chauffée, la fibrine se coagulait : ce n'était donc pas une digestion véritable. Müller et Dieckhof (3) ont répété sans succès cette expérience.

Leven pense que les phénomènes chimiques de la digestion se produisent comme dans le vide (4), assertion évidemment erronée. Partant de cette hypothèse, il a vu que l'acide chlor-

(1) *Ann. für Chemie u. Pharmacie*, 1859.
(2) *Loc. cit.*, p. 180.
(3) Müller, *Traité de physiol.*, *trad. franç.*, t. I, p. 454.
(4) *Bullet. de la Soc. de biol.*, 26 févr. 1876.

hydrique à 40° dissolvait quatre fois plus d'albumine dans le vide qu'à l'air libre, et agissait plus à cette température qu'à des températures plus basses et plus élevées. Mais cette observation n'a aucun intérêt au point de vue de la digestion stomacale qui se passe dans une atmosphère d'oxygène, ou d'acide carbonique, ou d'azote, mais en tout cas avec une pression égale à la pression atmosphérique.

En résumé, nous pouvons conclure :

1° Que l'ébullition prolongée avec un acide ou à une forte pression peut peptoniser de notables quantités d'albumine, de fibrine ou de caséine;

2° Que cette transformation est lente, difficile, et jamais aussi complète et aussi parfaite qu'avec la pepsine unie à l'acide chlorhydrique.

B. — Quelles sont la quantité d'acide et la quantité de pepsine le plus favorables à la digestion?

Tout d'abord on peut se demander si la pepsine sans acide peut *peptoniser* (1) l'albumine. Bidder et Schmidt ont admis que la pepsine neutre avait une action digestive. Mialhe et surtout Brücke ont prétendu que l'acide avait un rôle antérieur à celui de la pepsine, à savoir le gonflement de la fibrine, et que, lorsque ce gonflement était produit, la pepsine neutre pouvait alors agir, ce qui eût été impossible si la fibrine n'avait été au préalable gonflée par l'acide chlorhydrique. Schiff (2) admet au contraire que la pepsine neutre n'a aucune action sur les matières protéiques, et la plupart des physiologistes se sont rangés à son opinion.

Cette opinion est peut-être exacte pour la pepsine des Vertébrés; mais, pour le suc gastrique de l'Écrevisse, le ferment stomacal n'a pas besoin d'être acidifié. En effet, sur une Langouste vivante, mais privée de nourriture au moins depuis une douzaine d'heures, j'ai constaté que la réaction de l'estomac était absolument neutre. L'estomac broyé

(1) Quoique ce mot soit un néologisme assez barbare, je le crois utile, car il évite les périphrases, et peut contribuer à jeter quelque clarté dans un sujet aussi obscur.
(2) *Loc. cit.*, p. 39, t. II.

avec de l'eau distillée, au coutact de l'air, devenait acide, et de temps à autre je neutralisais la liqueur en ajoutant de l'eau de chaux, de manière même à avoir une liqueur faiblement alcaline. Dans ces conditions, qui paraissent au premier abord si défavorables, l'autodigestion de l'estomac se fait, à la température de 15°, avec une activité et une rapidité surprenantes. Les parois musculaires de l'estomac se gonflent, se ramollissent, deviennent transparentes et finalement se dissolvent complétement. Il ne reste que la paroi cuticulaire, hérissée de plaques calcaires, chitineuses, de l'estomac, et le viscère prend la forme d'un petit sac en baudruche, toutes les parois autres que la paroi interne de chitine ayant disparu dans la digestion.

Quelque concluante que soit cette expérience pour le suc gastrique des Crustacés, elle ne l'est pas pour le ferment stomacal des Vertébrés : il est donc probable qu'il n'y a pas une pepsine identique dans toute la série animale : les expériences de Claude Bernard et de Schiff montrent qu'avec des estomacs de Chien, de Porc ou de Mouton, on n'obtient de digestion qu'avec un suc gastrique acide. J'ai montré plus haut (1) que le suc gastrique des Poissons devait être acide pour agir.

Plusieurs auteurs ont étudié la quantité d'acide nécessaire pour obtenir le maximum d'activité de la pepsine. Brücke a trouvé que la proportion d'acide chlorhydrique la plus favorable était de 8 à 9 dix-millièmes d'acide pour la fibrine, et pour l'albumine de 12 dix-millièmes. Mülder, Koopmans et Schiff sont arrivés à un résultat analogue. Schiff (2) a été plus loin : il a montré que si, au début de la digestion, une solution au millième était très-active, à mesure qu'il y a dans le liquide une plus grande quantité de peptones déjà formées, il faut ajouter une nouvelle quantité d'acide. En somme, tout se passe comme si la présence des matières albuminoïdes liquéfiées exerçait une influence nuisible sur les progrès de la digestion, et que cette influence fût compensée par l'addition d'un excès d'acide.

(1) Voyez page 72.
(2) *Loc. cit.*, t. II, p. 63.

Si on compare ces données aux chiffres que j'ai donnés plus haut relativement à l'acidité des liquides stomacaux chez M., on trouvera qu'il y a concordance parfaite. Au début, l'acide de l'estomac est assez faible : 1.2 à 1.4 en moyenne pour 1,000 grammes. Mais, à la fin de la digestion, l'acidité augmente, et tend à se rapprocher de 2gr..0 d'acide chlorhydrique pour 1,000 grammes de liquide.

La quantité de pepsine nécessaire pour obtenir la peptonisation la plus prompte est assez difficile à apprécier. En effet, comme on ne connaît pas la pepsine pure, on ne peut juger rigoureusement de la quantité de pepsine qu'on emploie. Schiff a néanmoins, par des expériences très-intéressantes, pour le détail desquelles nous renvoyons à son livre (1), montré que, si la solution de pepsine est très-concentrée, elle n'est plus active, et que le degré de dissolution totale le plus favorable va extrêmement loin. Pour que la pepsine contenue dans l'estomac d'un Chat digérât le maximum d'albumine, il eût fallu une dilution de plus de 50 litres d'eau. Évidemment telles ne sont pas les proportions d'eau et de pepsine dans la digestion normale.

Quant aux digestions artificielles, la proportion de pepsine nécessaire varie selon la préparation qui a donné la pepsine, selon l'espèce animale sur laquelle on expérimente, etc. Ce n'est qu'empiriquement, par de longs tâtonnements, qu'on arrive à une détermination précise.

C. — C'est encore aux expériences de Schiff (2) qu'il faut se reporter. Il a démontré, contrairement à l'opinion de Brücke, qu'une quantité limitée de pepsine ne paraît pas digérer une quantité illimitée de fibrine. Brücke pensait que l'arrêt dans la peptonisation était dû à la présence des peptones qui paralysent l'action de la pepsine, et que, si on avait pu éliminer ces peptones, la pepsine pouvait de nouveau digérer une quantité indéfinie de fibrine. Schiff a fait, pour renverser l'opinion

(1) *Loc. cit.*, t. II, p. 45 et suiv.
(2) *Loc. cit.*, t. II, p. 102.

de Brücke, l'expérience suivante : après une digestion artificielle, le liquide renfermant des peptones et de la fibrine non peptonisée a été chauffé à 100 degrés, de manière à détruire le ferment peptique, puis on a ajouté de la pepsine. Si l'opinion de Brücke eût été exacte, par suite de la présence des peptones, il n'aurait pas dû y avoir de nouvelle peptonisation. Mais c'est le contraire qui avait lieu. En ajoutant de la pepsine, de nouvelles quantités de fibrine se peptonisaient. Par conséquent, si antérieurement la pepsine primitive n'agissait plus, c'est qu'elle s'était détruite dans le travail digestif.

Toutefois cette expérience n'est pas assez décisive, et de nouvelles recherches seraient encore nécessaires.

Je ne parlerai que pour mémoire des expériences de Ransome (1). Pour cet auteur, non-seulement la pepsine agit sur une quantité illimitée d'albumine, mais encore la pepsine vierge qui n'a pas encore servi est moins active que la pepsine qui a déjà transformé de l'albumine. Les expériences de Wittich (2) ne sont pas encore assez rigoureuses. Pour cet auteur, la rapidité de la peptonisation dépend d'abord de la quantité de pepsine, secondairement de la quantité d'acide et d'eau : en un mot, la pepsine se comporte à peu près comme la plupart des corps chimiques, qui agissent d'autant mieux qu'ils sont plus concentrés.

Pour résumer, nous dirons que :

1° La quantité d'acide la plus favorable semble être de 2 à 4 grammes d'acide chlorhydrique pour 1,000.

2° On ne sait pas encore avec certitude si une quantité limitée de ferment transforme une quantité illimitée d'albumine.

Toutes les substances albuminoïdes ne sont pas peptonisées avec une égale facilité.

La fibrine du sang est probablement un des aliments azotés qui se digèrent le mieux. Au bout d'une heure, toute la fibrine

(1) *Journ. of anat. and physiol.*, 1876, 3e partie.
(2) *Archives de Pflüger*, t. V, p. 450.

se dissout, et au bout de quatre à cinq heures, il n'y a plus que des peptones. La fibrine musculaire (syntonine) est plus difficilement dissoute.

La gélatine se dissout très-vite. Après l'action du suc gastrique, elle ne se prend point en gelée par le refroidissement et ne précipite pas par le chlore.

Le gluten se transforme aussi en peptone. Blondlot (1) croyait que cette dissolution était due à l'acide du suc gastrique. Koopmans (2) a cru constater, au contraire, que plus le suc gastrique était acide, moins la digestion du gluten était complète.

La caséine liquide, telle que celle du lait, se coagule par l'action du suc gastrique, puis elle finit par s'y dissoudre. L'action de la pepsine sur la coagulation du lait est certainement surprenante. Une trace de pepsine peut coaguler plus d'un litre de lait. Cette action énergique à si faible dose permet de bien comprendre ce qu'est un ferment soluble. Il ne peut être question d'une simple combinaison chimique : c'est une action chimique dans laquelle le corps agissant est sans cesse régénéré à mesure qu'il se détruit (3). Dans les digestions artificielles, la caséine insoluble préparée artificiellement est très-difficile à dissoudre. Cela tient probablement à sa cohésion et à son mélange avec des matières grasses insolubles. D'après des recherches récentes, ce résidu de caséine insoluble serait constitué principalement par de la nucléine et de la lécithine, lesquelles ne sont pas transformées par le suc gastrique (4).

L'albumine coagulée se dissout, mais avec une certaine lenteur. L'albumine d'œuf non coagulée ne se coagule pas dans l'estomac, malgré l'opinion de Prout et de Beaumont (5). L'albumine du sang aurait-elle besoin d'être transformée en peptone

(1) *Loc. cit.*, p. 280.

(2) *Ueber die Verdauung der pflanzlichen und weissartigen Körper*, *Arch. für Holland. Beitrage zur Natur und Heilkunde*, 1858, t. I, p. 1.

(3) On pourrait aussi comparer une trace de pepsine, coagulant une grande quantité de lait, à un cristal microscopique qu'on jette dans une solution sursaturée. La précipitation de la caséine serait une sorte de cristallisation.

(4) Voy. Bokay, *Zeitsch. f. phys. Chemie*, 1877, p. 157; et Lubavin, cité par Hoppe-Seyler, *Physiol. Chemie*, p. 225.

(5) Voy. Longet, t. I, p. 240.

pour devenir assimilable? Ce point très-intéressant n'a pas été complétement élucidé.

La température à laquelle les digestions artificielles peuvent se faire est entre 35 et 50 degrés. Il est probable que, sur les animaux à sang chaud, l'estomac en pleine activité, placé au centre de l'abdomen, tout près du foie, qui est l'organe de la chaleur par excellence, a une température de 40 à 41 degrés. Chez les animaux à sang froid, la température est variable, et doit osciller dans des limites considérables. Aussi peut-on faire avec du suc gastrique de Poisson des digestions artificielles à la température ordinaire. Il serait assez important de poursuivre des expériences dans ce sens, en variant tantôt la température, tantôt la richesse en pepsine ou en acide chlorhydrique, afin d'établir un rapport exact entre ces divers facteurs de la digestion. Mais, n'ayant pas fait sur ce sujet d'expériences personnelles, nous ne pouvons nous y étendre davantage.

Si maintenant nous étudions la durée de cette digestion stomacale, nous verrons que le suc gastrique n'agit pas sur les matières protéiques instantanément, comme l'acide sulfurique sur la potasse. C'est une action lente et successive, comparable plutôt à l'éthérification, phénomène chimique qui offre d'ailleurs certaines ressemblances avec la peptonisation.

Tous les auteurs ont remarqué que les digestions artificielles étaient toujours beaucoup plus lentes que les digestions naturelles. Il ne faut pas voir dans cette différence de rapidité une influence vitale mystérieuse. C'est la conséquence de conditions différentes.

En premier lieu, les peptones, à mesure qu'elles se forment, restent dans les digestions artificielles, et, d'après tous les auteurs, elles constituent un obstacle à la peptonisation des autres matières protéiques non transformées. Schiff et Brücke ont démontré le fait. Au contraire, dans l'estomac, il est très probable que, par l'exosmose stomacale ou par l'ouverture du pylore, les peptones, à mesure qu'elles se forment, tendent à être éliminées de la cavité gastrique, et sont plus ou moins entraînées dans la circulation générale.

En second lieu, les mouvements en sens divers de l'estomac, mouvements qu'il est difficile de reproduire artificiellement, agitent la masse alimentaire, et facilitent l'action du suc gastrique.

Enfin la sécrétion gastrique déverse à chaque instant une quantité nouvelle de pepsine et d'acide, avec une régularité et une abondance qu'on ne peut certainement pas imiter dans les digestions artificielles.

Si nous ajoutons à ces causes très-efficaces de peptonisation rapide l'action de l'oxygène et la constance absolue de la température, nous aurons l'explication très-satisfaisante de ce fait, qu'on ne peut obtenir des peptones par la digestion artificielle aussi promptement qu'il s'en forme dans l'estomac.

D'ailleurs, la durée de l'action du suc gastrique varie suivant la nature des substances protéiques, et surtout suivant les espèces animales.

Chez les divers animaux, la durée de la digestion est très-variable.

Chez l'homme, la digestion stomacale ne paraît guère durer plus de quatre à cinq heures (1). Cependant, toutes les matières protéiques, au bout de ce temps, ne sont pas encore transformées : mais la période gastrique ne dure pas plus longtemps en général ; le pancréas achèvera la peptonisation.

Chez les Carnassiers, d'après Tiedemann et Gmelin, Spallanzani (2), et surtout Colin (3), qui a fait des recherches précises sur ce sujet, la digestion gastrique est très-lente, et il faudrait plus de dix heures chez le Chien et chez le Chat pour que toute la viande ingérée fût liquéfiée et peptonisée. D'après Claude Bernard, la viande crue est digérée en quatre heures, et la viande cuite en trois heures seulement (4) : sauf quelques réserves, Colin a confirmé cette différence.

Chez les Serpents et les Batraciens, la digestion dure très-

(1) C'est au moins la durée que j'ai constatée sur Marcelin. Kretschi (*Deutsches Arch. f. Klin. Med.*, 1876, XVIII, p. 528) a trouvé une durée un peu plus longue, de quatre heures et demie à sept heures. Il est probable d'ailleurs qu'il y a d'assez grandes différences individuelles.

(2) *Loc. cit.*, p. 624.

(3) *Physiol. comparée*, I, p. 725.

(4) *Leç. de physiol. expérim.*, 1856, t. II, p. 402.

longtemps. Au contraire, chez les Poissons, elle est assez prompte, vu l'activité de leurs sucs gastriques. Cette digestion serait évidemment bien plus active, si leurs aliments n'étaient pas si rebelles à l'action du suc gastrique, ces aliments, en général, étant constitués par des Poissons non mâchés et recouverts d'écailles.

Les Oiseaux ont une digestion très active et mangent continuellement.

Quant à la durée de la digestion chez les Invertébrés, on ne connaît guère que la durée de la digestion du sang chez les Sangsues. Cette digestion paraît s'effectuer avec une extrême lenteur et durer plus de six mois.

Dès que le chyme a passé par le pylore, il est bientôt neutralisé par la bile et le suc intestinal. Or nous savons que, dans un milieu alcalin, la pepsine perd presque toute son activité.

Indépendamment de cette cause, il semble que les liquides qui arrivent dans l'intestin aient sur le suc gastrique une action destructive.

Ainsi, pour le pancréas, Corvisart (1) avait admis que le suc gastrique et le suc pancréatique se neutralisaient réciproquement. Schiff (2) a confirmé le fait, et il a de plus admis que le suc intestinal avait la même propriété, même dans un milieu acide. Au contraire, Kühne (3) a admis que la trypsine (ferment du pancréas) n'arrête pas l'action de la pepsine. Chez les Chiens, qui ont une fistule biliaire, la pepsine et la trypsine agissent concurremment dans l'intestin.

L'action de la bile est plus certaine. Cl. Bernard (4) a montré, il y a longtemps, que la bile précipite le suc gastrique, et empêche par conséquent la transformation peptique des aliments dans l'intestin au delà de l'orifice des conduits biliaires. Brücke a confirmé cette opinion; Burkart (5) a admis que cette

(1) *Mém. sur le pancréas*, 1857.
(2) *Arch. de Pflüger*, t. III, p. 612.
(3) *Centralbl. f. d. med. Wiss.*, 1876, p. 636.
(4) *Leç. de physiol. expérim.*, t. II, p. 422.
(5) *Arch. de Pflüger*, t. I, p. 208, et t. II, p. 183.

précipitation de la pepsine était due à l'acide glycocholique, qui en se précipitant entraînait mécaniquement la pepsine et la tripsyne. Pour Hammarsten (1), le suc gastrique pur ne serait pas rendu inactif par le mélange avec la bile, s'il est acidifié; mais, s'il contient de l'albumine, celle-ci est précipitée par la bile, et entraîne mécaniquement la pepsine (2).

Quoi qu'il en soit, nous pouvons regarder comme à peu près démontré qu'au delà du pylore, le suc gastrique est neutralisé et rendu inactif. C'est au pancréas et au foie à achever la peptonisation des albuminoïdes.

L'excès de suc gastrique est promptement résorbé dans l'intestin. On retrouve une substance analogue à la pepsine et aux peptones dans les muscles, le sang et l'urine (Brücke) (3). D'après Corvisart, dans l'albumine de l'œuf, il existerait toujours à côté de l'albumine coagulable une véritable peptone. Mais l'histoire de l'évolution des peptones et des peptogènes dans l'organisme est encore tout entière à faire (4).

Quoi qu'il en soit, au moins chez les Mammifères, la digestion stomacale n'est jamais complète (5). Dans le chyme qui a passé le pylore, on retrouve toujours des matières albuminoïdes non encore peptonisées. Il est vraisemblable que, chez les Poissons carnassiers, la digestion gastrique est beaucoup plus complète. En effet, chez ces animaux, il n'y a presque pas de diges-

(1) *Ibid.*, t. III, p. 53.

(2) Schiff., *ibid.*, t. III, p. 620.

(3) J'ai constaté la présence d'une très-grande quantité de peptone dans le liquide purulent extrait d'un volumineux abcès du foie. Il n'existait pas de sucre; mais la liqueur, traitée par l'acétate neutre de plomb, et filtrée, réduisait la solution de Fehling, sans précipiter le cuivre.

(4) Voyez Fick, *Ueber die Schicksale der Peptone im Blute*, *Arch. de Pflüger*, t. V, p. 40. Mohlenfeld (*ibid.*, t. V, p. 380) semble avoir obtenu, en chauffant la fibrine-peptone des corps analogues à la leucine et à la tyrosine. Il est intéressant de comparer ces résultats à ceux de M. Schützenberger.

(5) M. Leven (*Bull. de l'Ac. de médec.*, 10 mars 1874; *Bullet. de la Soc. de biol.*, 1875, nov., p. 366) s'appuie sur ce fait pour affirmer que les aliments ne se peptonisent pas dans l'estomac. Cette assertion contredit tout ce qui a été observé jusqu'ici, soit chez l'homme, soit chez les animaux à fistule gastrique. Il est certain qu'il y a des peptones formées dans l'estomac. Parce que l'on trouve des albumines non modifiées dans l'intestin grêle, ce n'est pas une raison pour prétendre que l'estomac n'exerce pas d'action chimique sur l'albumine.

tion intestinale. L'intestin est court et droit, et séparé de l'estomac par un rétrécissement étroit que nous avons décrit plus haut, et appelé détroit pylorique. Aussi les matières ne peuvent-elles passer de l'estomac dans l'intestin que si elles sont réduites en une bouillie complète. Chez la plupart de ces animaux, dont la voracité est prodigieuse, l'estomac proprement dit ou le cæcum stomacal sont énormes, et reçoivent les proies englouties. Le détroit pylorique ne permet le passage que si tout est dissous et chymifié.

Il est enfin une question toute récente, qui se rattache à la physiologie générale par certains côtés, et sur laquelle il faut dire au moins quelques mots : je veux parler de l'action peptonisante des plantes (1).

De nombreux auteurs ont montré que certaines plantes, la Dionæa muscipula, les Drosera, les Nepenthes, les Sarracenia, saisissent par un mécanisme spécial l'insecte qui se dépose sur leurs feuilles, et finissent par digérer la proie saisie à l'aide de certains sucs digestifs. Il paraît que ces sucs digestlfs pourraient transformer la fibrine et l'albumine en peptones, et que ces peptones seraient assimilées par la plante.

D'après Darwin, les organes sécréteurs seraient les glandes terminales des tentacules ; les tentacules étant excités, le suc de leur glande deviendrait acide et capable de dissoudre la fibrine. Selon Frankland, l'acidité de ces glandes serait due à un acide gras, probablement l'acide propionique, peut-être les acides butyrique et acétique. Selon Reess et Will, cet acide serait de l'acide formique, et en ajoutant un peu plus

(1) On trouvera des renseignements sur ce sujet dans l'ouvrage de Darwin : *Insectivorous plants* ; dans la *Revue scientifique*, 1876, n° 48, p. 505; — Sanderson, *Associat. britannique*, 1873; — Hooker, *ibid.*, 1874 — Gorup-Besanez, *Ueber das Vorkommen eines diastatischen und peptonbildenden Ferment in den Wichensamen. Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft zu Berlin*, t. VII, 1874; t. VIII, p. 1510, 1875; t. IX, p. 673, 1876, et *Sitzber. der phys. med. Soc. zu Erlangen*, 1876, 26 juin, p. 151; —*Einige Bemerkungen uber fleischessenden Pflanzen, Botan. Zeit.*, 1875, n° 44, p. 713; — Hooker, Revue scientifique, 1874, n° 21, p. 481; — Will, *Ber. der deutschen chem. Gesellschaft*. 1874, n°s 3 et 7, p. 146 et 569; — Moren, *La théorie des plantes carnivores et irritables*. Liége. — Martins. *Revue scientifique*, 1878, p. 825.

d'acide formique au liquide des Népenthes, on obtient des dissolutions de la fibrine bien plus actives qu'en ajoutant une même quantité d'acides acétique ou propionique.

Selon Gorup-Besanez, la fibrine ne se dissout que si le liquide des Népenthes est acide, soit normalement par suite de l'excitation de la plante, soit par l'addition de quelques gouttes d'une solution acide. En opérant comparativement avec la pepsine, on obtient des peptones aussi facilement avec le suc acide des Népenthes qu'avec le suc gastrique des animaux. Selon Hooker, l'action serait bien plus prompte sur la plante vivante qu'en faisant des digestions artificielles avec le suc extrait des Népenthes.

Darwin a ajouté à ces faits une observation qui mériterait d'être confirmée : c'est que le suc des Népenthes, provoqué par un corps inerte, tel qu'une petite plaque de verre, n'agirait pas sur la fibrine, tandis que le suc provoqué par le contact d'une substance azotée alimentaire serait très-actif et agirait immédiatement sur la fibrine (?)

D'après Darwin et Gorup-Besanez, ce ferment n'agirait pas sur les graisses ni sur la cellulose. Il n'agirait pas non plus sur l'amidon, comme la diastase. Son action se bornerait aux corps azotés, qu'il transformerait en peptone.

Nous nous bornerons à cet exposé sommaire, sans discuter les faits indiqués par Darwin, Sanderson, Reess et Will. Nous ajouterons seulement qu'ils ne semblent pas avoir rencontré l'assentiment unanime, et quelques auteurs ne voient là que des phénomènes de putréfaction ; Hoppe-Seyler (1) ne croit pas que le ferment des Népenthes agisse comme la pepsine.

Gorup-Besanez a montré que les plantes contenaient un ferment capable de transformer énergiquement la fibrine en peptone.

Des graines de Vesce concassées sont mélangées à de l'alcool fort. La liqueur est filtrée, et le résidu évaporé est traité par de la glycérine pure. Au bout de quarante-huit heures, la glycé-

(1) *Arch. de Pflüger*, 1876, t. XIV, p. 396.

rine est décantée. En la faisant tomber goutte à goutte dans un mélange de huit parties d'alcool et d'une partie d'éther, on précipite une matière floconneuse qui se rassemble au fond du vase, et qu'on peut purifier, en la redissolvant dans la glycérine, et la précipitant de nouveau par l'éther.

Cette substance a des propriétés peptonisantes. Mêlée à l'amidon, elle le transforme en glycose, mais elle peut aussi dissoudre la fibrine, et la solution a tous les caractères des peptones.

Gorup-Besanez a traité ainsi les semences du *Cannabis indica*, du *Linum usitatissimum*, et l'Orge germée. Il a obtenu des ferments analogues.

Il faut probablement rattacher à ces faits les faits étudiés par M. Van Tieghem, qui a montré que les feuilles cotylédonaires pouvaient, au moment de la germination, dissoudre les aliments azotés contenus dans les graines.

Si ces faits sont exacts, on peut voir le lien qui rattache certains phénomènes de nutrition végétale aux phénomènes de la digestion gastrique des Vertébrés. Chez les plantes comme chez les animaux, il existe des substances albuminoïdes (fibrine, légumine) qui, dans l'état chimique où elles existent comme aliments, sont insolubles et non assimilables ; pour qu'elles soient assimilées, il faut une action chimique spéciale due à un ferment, et ce ferment, qui est la pepsine chez les animaux, existerait aussi dans les plantes.

IV

De la sécrétion du suc gastrique.

La sécrétion du suc gastrique est une fonction des glandes stomacales. Elle est particulièrement intéressante, car le mécanisme de cette sécrétion peut nous donner sur le mécanisme

des autres actions glandulaires des renseignements utiles, et prêter à des considérations de physiologie générale.

Le premier, Frerichs (1) a remarqué que lorsque la digestion est achevée, les glandes stomacales ne contiennent presque plus de cellules. Au contraire, au moment de la digestion, les glandes sont gonflées par des cellules qui dilatent l'utricule qui les contient : il en conclut par conséquent que la sécrétion gastrique est due à la fonte de ces cellules, dont le contenu devient le suc gastrique lui-même.

Cette opinion fut admise par un grand nombre d'auteurs, et généralisée ensuite à tous les organes glandulaires, le foie, le pancréas, et les glandes salivaires. Schiff (2) lui-même admet la théorie de Frerichs. Cependant, influencé par certains faits physiologiques, il admet que souvent la muqueuse stomacale n'a aucun pouvoir peptique, alors que les glandules sont gonflées par une accumulation de cellules (3).

Il est très-probable que le suc gastrique est bien le résultat de la fonte des glandes stomacales. En effet, si on prend la muqueuse gastrique d'un animal récemment tué, et qu'on la broie avec de l'eau acidulée, la dissolution ainsi formée a tous les caractères du suc gastrique. Par conséquent, alors même qu'il n'y a pas d'irrigation sanguine, il y a encore une sécrétion véritable, à savoir une exosmose du contenu des cellules glandulaires.

Claude Bernard (4) a essayé de savoir quel était le point précis où se faisait la sécrétion du suc gastrique acide. Pour cela il injectait dans les veines d'un Lapin du lactate de fer et du ferrocyanure de potassium. Ces deux sels, qui ne réagissent pas dans un milieu alcalin comme le sang, donnent du bleu de Prusse dans un milieu acide comme le suc gastrique. Or, chez

(1) *Loc. cit.*, p. 749.

(2) *Loc. cit.*, p. 282.

(3) Voy. ce que nous avons dit plus haut (p. 17) sur les phénomènes glandulaires que M. Balbiani a vus sur les Ascidies.

(4) Brücke a confirmé ce fait, mais Frerichs a cru constater le contraire dans le ventricule chylifique de l'Oie (*loc. cit.*, p. 780). Néanmoins, tous les auteurs regardent avec raison cette expérience de Claude Bernard comme indiscutable.

les Lapins, dont le sang contenait du ferrocyanure de potassium et du lactate de fer, il n'y avait de bleu de Prusse qu'à la surface de la muqueuse ; dans la cavité des tubes glandulaires, les deux sels de fer n'avaient pas réagi. On pouvait en conclure que le suc gastrique ne devient acide qu'aux régions superficielles de la muqueuse (1).

Les recherches histologiques de Rollett, Heidenhain, Ebstein et Grützner (2) ont montré qu'il y avait dans les glandes stomacales deux séries de cellules. Les unes sécréteraient de la pepsine, les autres l'acide du suc gastrique.

Comme on trouve des cellules de revêtement dans les glandes du pylore, ainsi que dans les glandes du grand cul-de-sac, les auteurs cités plus haut admettent qu'il existe de la pepsine dans le suc gastrique sécrété par la région pylorique de l'estomac. Une discussion longue et assez fastidieuse s'est engagée sur ce sujet en Allemagne, et la question ne paraît pas encore résolue. D'un côté est l'opinion générale des physiologistes, tels que Kölliker (3), Schiff (4), Wittich (5), Fick (6) et Wolffhügel (7), qui admettent que le suc pylorique n'a aucune action digestive, tandis que Heidenhain, Grützner et Klemensiewicz (8) croient que le suc pylorique, quoique alcalin, est doué de propriétés digestives quand il est acidifié.

Lépine (9), cherchant à répéter l'expérience de Cl. Bernard, et à la concilier avec les découvertes histologiques de Heidenhain, n'a pas pu trouver de cellules acides dans les glandes gastriques de l'estomac. A aucun moment, la coloration du bleu de Prusse n'apparaissait soit dans les cellules bordantes, soit dans les cellules principales.

Un autre fait étudié par Cl. Bernard (10) semblerait démontrer

(1) *Leç. sur les liquides de l'organisme*, t. II, p. 375 et suiv.
(2) Voy. plus haut, p. 9.
(3) *Élém. d'hist., trad. franç.*, p. 452.
(4) *Loc. cit.*, t. II, p. 287.
(5) *Arch. de Pflüger*, t. V, p. 439 ; t. VI, p. 18.
(6) *Verh. der phys, med. Gesells. zu Würtzburg*, N. F, Bd. II, p. 61.
(7) *Arch. de Pflüger*, t. VII, p. 188, 1873.
(8) *Sitzber. d. Ac. der Wissensch. in Wien.*, p. 249, 1875.
(9) *Bullet. de la Soc. de biol.*, nov. 1872, p. 221, et déc. 1873, p. 351.
(10) *Ibid.*, 1873, p. 355.

que l'acidité du suc gastrique n'a pas lieu dans les glandes mêmes, mais en dehors de ces glandes, à la surface de la muqueuse stomacale. En effet, la réaction acide de la muqueuse reparaît alors même que celle-ci a été lavée, ou neutralisée par une solution alcaline. Selon l'illustre physiologiste dont je rapporte ici l'expérience, cette acidité serait due à une fermentation acide du mucus ; mais, plus récemment (1), le même auteur a admis à bien plus juste titre que c'était une sécrétion véritable se faisant après la mort, par suite de la vitalité des cellules qui persiste, de même que le foie fait du sucre après la mort comme pendant la vie.

Ce fait de l'acidification spontanée de la muqueuse stomacale doit être étudié avec soin, car il peut servir à nous faire connaître dans son mode d'action intime la sécrétion gastrique.

En premier lieu, ce n'est pas seulement la muqueuse gastrique qui s'acidifie, mais tous les liquides gastriques, aussi bien le suc gastrique pur que le suc gastrique alimentaire, et nous avons montré qu'il faut voir là un phénomène général indépendant des phénomènes de fermentation par des organismes inférieurs, indépendant aussi de la structure même des glandes stomacales, mais dépendant de la constitution chimique du suc gastrique.

Il faut donc chercher d'abord s'il n'y aurait pas une condition spéciale à cette formation d'un acide, et ensuite par quelle réaction chimique se forme cet acide, et quelle est sa nature.

Ayant fait à froid une infusion avec la muqueuse stomacale d'un gros Congre, je séparai le liquide en deux parties que je mis à l'étuve pendant une heure. Dans une portion je fis passer un courant d'oxygène, tandis que j'abandonnai l'autre à elle-même.

Or, au bout d'une heure, l'acidité des deux liqueurs n'était plus la même. L'infusion stomacale oxygénée avait une acidité de 0.49 (en poids de HCl). L'autre infusion n'avait que 0,28. L'acidité primitive du liquide non chauffé était de 0,22 : par conséquent, l'oxygène avait produit 0,27 d'acide chlorhydrique,

(1) *Ibid.*, 1877. *Gaz. médic.*, p. 224 et 261. 1877.

tandis que dans l'autre ballon, exposé simplement à l'air, le liquide n'avait augmenté que de 0,06.

En traitant le liquide oxygéné par l'éther, j'ai pu constater que l'éther ne prenait que des traces de l'acide, et que par conséquent ce n'était ni de l'acide lactique, ni de l'acide butyrique : l'acide formé par le courant d'oxygène dans l'infusion stomacale étant insoluble dans l'éther et consistant probablement en acide chlorhydrique (1).

Une autre expérience, faite avec la muqueuse de Brochet macérant dans de l'eau, m'a donné au bout d'une heure le même résultat.

Infusion oxygénée	0.9 (de HCL)
Infusion non oxygénée	0.28 (de HCL)

Avec la muqueuse de veau, c'est encore le même résultat :

Infusion oxygénée	1.8 (de HCL)
Infusion non oxygénée	0.7 (de HCL)

Si, dans ces différents cas, on suppose l'acidité du liquide non oxygéné égale à 1, l'acidité du liquide oxygéné sera :

Dans la 1re exp.	=	1.8
Dans la 2e exp.	=	3.2
Dans la 3e exp.	=	2.6

Dans ces trois expériences, l'acide formé n'était qu'un acide insoluble dans l'éther, et par conséquent il est probable qu'il s'agit là d'une sorte de dédoublement, sous l'influence de l'oxygène, de substances neutres qui, en se décomposant, donnent de l'acide chlorhydrique.

D'autres expériences m'ont donné un résultat analogue, quoique moins caractéristique. Toujours un courant d'oxygène dans une infusion stomacale augmente l'acidité du liquide, et produit un acide insoluble dans l'éther.

Je rappellerai aussi l'expérience mentionnée plus haut, faite avec l'estomac de l'Écrevisse, qui a pu dissoudre énergiquement les fibres musculaires stomacales dans un milieu alcalin, tandis

(1) Voyez p. 76.

qu'il se formait continuellement un acide que je neutralisais au fur et à mesure qu'il se produisait (1).

Au lieu d'agir sur le suc gastrique pur ou sur une infusion stomacale, j'ai fait des digestions artificielles avec l'oxygène, et j'ai vu qu'un courant d'oxygène accélérait légèrement la digestion, et augmentait, quoique dans de très-faibles proportions, l'acidité du liquide.

Du lait traité par une petite quantité de pepsine Hottot et d'acide chlorhydrique très-dilué, avec un excès de phénol pour empêcher la fermentation lactique, est examiné au bout d'une heure.

Dans la solution où passe l'oxygène, l'acidité est de 1.9 ; dans la solution non oxygénée, de 1.8 (de HCl).

La différence est donc très-minime.

De même, en traitant la fibrine (de sang) par un mélange de pepsine et d'acide chlorhydrique, on obtient constamment un léger accroissement d'acidité dans le ballon où passe l'oxygène :

Acidité primitive	6.9	11.8	12.1
Acidité finale avec oxygène	8.2	11.9	12.6
— — sans oxygène	7.6	11.8	12.5

Mais la différence est tout à fait insignifiante, et il faut opposer ce faible accroissement à l'accroissement considérable mentionné plus haut, soit de 1 à 1.8, à 3,2, à 2,7, dans les cas où c'est la muqueuse stomacale qui est traitée par un courant d'oxygène.

Avec le suc gastrique frais, contenant vraisemblablement des débris cellulaires avec des substances qui n'ont pas été encore transformées complétement, on a un résultat intermédiaire entre les résultats négatifs donnés par la pepsine chlorhydrique et les résultats si marqués fournis par l'infusion stomacale.

Ainsi après avoir fait ingérer à un jeune Chien, porteur d'une fistule gastrique, une certaine quantité de lait, je repris le liquide et le séparai en deux portions ; dans l'une, je fis passer de

(1) Voyez page 83.

l'oxygène, dans l'autre de l'hydrogène, afin d'établir autant que possible une certaine analogie dans les conditions expérimentales. Au bout de deux heures, la solution oxygénée avait 4.5; la solution non oxygénée, 3.6 (de HCl).

Mais cette augmentation d'acidité tient probablement à une fermentation lactique concomitante. En effet, j'ai démontré (1) que la fermentation lactique se faisait avec bien plus de rapidité quand on faisait passer un courant d'oxygène. Une solution de caséine (dans le suc gastrique) et de sucre de lait, fut séparée en deux portions. Dans l'une, où passait l'oxygène, il y eut 13 gr. d'acide lactique; dans l'autre, il n'y eut que 0.8 d'acide lactique (pour 1,000 gr.).

Nous pouvons, de tous ces faits, conclure que, pendant la digestion du lait et aussi des autres aliments, il y a absorption d'oxygène, et que cet oxygène contribue à augmenter l'acidité de l'estomac, mais que c'est surtout pour la sécrétion du suc gastrique acide que l'oxygène joue un rôle considérable.

C'est là, en effet, une loi très-générale dans la nutrition.

Pendant la vie, tous les tissus, tous les liquides de l'organisme, sont dans une atmosphère d'oxygène, ou plutôt dans un bain d'oxygène, puisque ce gaz est dans le sang à l'état liquide et avec des affinités chimiques très-puissantes. Aussi on ne trouve de l'oxygène que dans le sang, tandis que les tissus et les produits de sécrétion n'ont que de l'azote et de l'acide carbonique.

En effet, dans l'estomac on trouve des gaz, mais l'oxygène est en petite quantité.

Magendie a trouvé dans le chyme (2) :

$$\text{Az} = 71.45 \quad \text{CO}^2 = 14 \quad \text{H} = 3.55 \quad \text{O} = 11$$

(1) *Comptes rendus de l'Ac. des Sciences*, 24 février 1878. Mes expériences ont été confirmées par celles de M. Bontroux, qui, dans une communication presque simultanée (3 mars 1878), a reconnu comme moi que la fermentation lactique était activée par l'oxygène.

(2) *Ann. de chimie et de physique*, 1816, t. II, p. 292.

Planer (1) a trouvé encore moins d'oxygène et plus d'acide carbonique :

$$Az = 68.68 \quad CO^2 = 25.20 \quad O = 6.12$$

D'un autre côté, tous les expérimentateurs qui ont fait des analyses du sang ont trouvé un accroissement d'acide carbonique, et une absorption d'oxygène coïncidant avec le travail digestif.

Selon Mathieu et Urbain (2), la quantité d'oxygène contenue dans le sang artériel commence à décroître deux heures après le repas. Elle atteint son maximum au bout de quatre heures (3) après l'absorption des aliments ; à partir de ce moment, elle décroît : de sorte que, sept heures après le repas, le sang a repris son chiffre normal. Si on rapproche ce fait de l'augmentation de l'absorption d'oxygène par la surface pulmonaire, on voit qu'à la période de digestion stomacale correspond une absorption considérable d'oxygène. En même temps, ainsi que tous les auteurs l'ont constaté, les artères de l'estomac sont énormément dilatées ; les veines sont chargées d'un sang rouge, et battent avec force, presque comme des artères.

Au contraire, hors l'état de digestion, il n'y a pas de suc gastrique, et les artères sont rétrécies ; une irrigation artérielle modérée suffit à la nutrition de l'estomac.

Ainsi il est probable que c'est l'oxygène du sang qui produit l'acide du suc gastrique, par une sorte de dédoublement chimique dont nous ne pouvons encore donner l'équation d'une manière satisfaisante.

Outre cette action directe, puissante, immédiate, de l'oxygène sur la sécrétion stomacale, ce gaz a peut-être une autre action sur la transformation des aliments, laquelle s'opère un peu plus rapidement dans une atmosphère d'oxygène que sans ce gaz. Or, par l'exosmose des capillaires sanguins, le sang cède son oxygène aux liquides avec lesquels il se trouve

(1) *Des gaz du sang*, *Arch. de physiologie*, 1871, p. 712.

(2) Quoi qu'en disent Mathieu et Urbain, ce moment correspond bien, au moins chez les Chiens, à l'activité maximum de la digestion stomacale.

(3) *Wiener Sitzb.*, t. XLII.

en contact, et par conséquent les matières alimentaires sont soumises à l'action de ce gaz, et ne tardent pas à le détruire pour augmenter d'acidité et se transformer en peptones.

Il ne semble pas, d'après quelques expériences que j'ai faites, mais qu'il y aurait lieu de renouveler, qu'il se forme de l'acide carbonique pendant la digestion, au moins en quantités notables (1).

En résumé, nous voyons que la digestion n'est pas un travail chimique différent des autres phénomènes chimiques de l'organisme. L'oxygène y joue son rôle, non-seulement pour la sécrétion gastrique, mais encore, quoique dans une faible mesure, pour la peptonisation. Il y aurait évidemment de nombreuses recherches à faire à ce sujet, et à ajouter aux faits nouveaux que je viens d'exposer (2). Je crois que l'étude de l'influence de l'oxygène dans la digestion est une mine féconde, et qui peut donner des résultats très-importants.

En tout cas, je crois pouvoir conclure en disant que la sécrétion du suc gastrique acide est un phénomène d'oxydation.

Je passe maintenant aux autres phénomènes qui ont trait à la sécrétion du suc gastrique. Mais, quoique le sujet soit très-vaste et assez difficile, je serai bref, n'ayant guère de faits personnels à apporter à la question.

Il paraîtrait que, même chez les embryons très-jeunes, le pouvoir digestif de la muqueuse stomacale existe déjà. C'est probablement à cette action de l'estomac qu'il faut rapporter ces phénomènes d'autodigestion que Schiff a vus sur de petits Loups mis dans un bocal, et Moleschott sur des embryons humains dans de l'eau chargée d'acide acétique. Selon Moriggia (3), la puissance digestive de l'estomac existerait chez les embryons dès le quatrième mois. Le fait contraste avec le développement bien plus tardif du ferment salivaire. D'après

(1) Il paraît que Kistiakowsky et Hoppe-Seyler ont vu que la digestion des peptones ne donnait pas naissance à de l'acide carbonique.

(2) Hüfner a constaté, sans y attacher d'importance, que, pendant la digestion de la fibrine par le suc pancréatique, il y avait absorption d'oxygène. *Journ. f. practischen Chemie*, t. XVI, p. 1, 1874.

(3) *Rivista clinica*, 1873, n° 5, p. 148.

Moriggia, il y aurait chez les embryons de la glycose dans la cavité stomacale. Ces recherches sont en désaccord avec celles de Wolfthügel (1), qui ne trouve de pepsine que quelques jours après la naissance, tandis que la sécrétion acide paraît exister de tout temps. Selon Hammarsten (2), il y a de la pepsine chez les enfants nouveau-nés (3), tandis que chez le Lapin le ferment stomacal n'apparaît qu'à la deuxième semaine, et à la troisième semaine chez le Chien.

Ainsi que toutes les sécrétions, la sécrétion stomacale est soumise à l'influence des nerfs. Quand on coupe les pneumogastriques, la digestion stomacale s'arrête ou diminue, quoi qu'en aient dit Magendie (4), et Leuret et Lassaigne (5). Beaucoup de physiologistes ont constaté le fait (6), en sorte qu'il est à peu près incontestable.

On peut se demander à quoi tient ce ralentissement de l'action gastrique, si c'est à une diminution dans les mouvements de l'estomac, ou à une perturbation dans la sécrétion.

Selon Longet (7), quand on donne à un Chien dont les deux nerfs vagues sont coupés une masse alimentaire considérable, au bout d'une douzaine d'heures et même plus, ces aliments ne sont chymifiés qu'à leur surface et ne présentent dans le centre aucune altération. D'après ce savant, la paralysie des mouvements propres de l'estomac a empêché non la sécrétion du suc gastrique, qui attaquait encore les parties superficielles, mais le mélange des aliments, qui ne pouvait plus s'opérer. Toutefois la sécrétion du suc gastrique était moins considérable. En faisant boire du lait à deux Chiens dont l'un avait les nerfs pneumogastriques coupés, tandis que chez l'autre ces nerfs étaient intacts, le même physiologiste n'a vu aucune dif-

(1) *Zeitschrift für Biol.*, XII, p. 217, 1876.
(2) *Jahresber. für Anat. u. Physiol.* pour 1875, p. 161.
(3) Zweifel, *ibid.*, p. 162, est arrivé au même résultat.
(4) *Précis élément. de physiol.*, t. II, p. 102, 1825.
(5) *Rech. physiol. et chim. sur la digestion*, 1825, p. 219.
(6) Haller, Legallois, Brodie, Milne Edwards, Brachet, Müller, Claude Bernard, etc.
(7) *Traité de physiol.*, 3ᵉ édit., t. I, p. 259.

férence dans la coagulation du lait dans l'estomac, et la réplétion des chylifères par un liquide lactescent. Kölliker et Müller (1) ont trouvé après la section des pneumogastriques le suc gastrique acide, mais ayant diminué d'acidité. Claude Bernard (2) a vu au contraire, chez des Chiens et des Lapins à qui il avait coupé les nerfs vagues, que la sécrétion gastrique acide avait complétement cessé. Après la section de ces nerfs, la muqueuse stomacale devient livide et blafarde comme celle d'un animal mort, et sécrète un liquide filant et neutre, probablement dû mucus et non du suc gastrique. Schiff (3), en suivant un autre procédé opératoire, a obtenu un résultat différent. Il faisait la section de l'œsophage, la tunique celluleuse était coupée, et avec elle tous les troncs nerveux se rendant à l'estomac, tandis que la tunique musculaire était conservée. Il a vu que cette opération n'entravait pas la sécrétion du suc gastrique et la digestion des aliments, quoique la réaction des nerfs vagues au cou produisît cet effet. Selon Schiff, cette différence est due à la fièvre que provoque un traumatisme aussi grave que la section des nerfs vagues; et il conclut de ses expériences que les pneumogastriques n'ont pas d'influence directe sur la sécrétion stomacale, et que si, après la section de ces nerfs au cou, la digestion est ralentie ou arrêtée, cela tient à ce qu'on place l'animal dans des conditions pathologiques qui nuisent à la sécrétion peptique.

Je ne puis entrer dans de plus longs détails sur l'influence de la section des pneumogastriques, soit sur la digestion, soit sur l'absorption stomacales, et je renverrai aux ouvrages de Claude Bernard, Schiff, Longet et Brown-Séquard (4).

La secrétion stomacale est provoquée directement par une ac-

(1) *Verhandlung. der physik. med. Gesellschaft. zu Würzburg*, 1855.

(2) *Leçons sur le système nerveux*, t. II, p. 414 et suiv.

(3) *Loc. cit.*, t. II, p. 336.

(4) *Journal de la physiologie*, t. V, p. 652. Selon cet auteur, chez les Grenouilles, la sécrétion du suc gastrique persiste après la section des pneumogastriques. Voy. aussi Nasse, *Archiv. für physiol. Heil.*, t. V. — Adrian, *Eckart's Beiträge*, t. III. — Milne Edwards, *Leçons sur la phys*, etc., t. VII, p. 22.

tion mécanique. Bardeleben et Frerichs (1) ont vu qu'en introduisant du chlorure de sodium par la fistule gastrique d'un Chien, la muqueuse stomacale se mettait à sécréter abondamment ; mais ce liquide n'était que peu acide, et il est probable qu'ils avaient affaire à du mucus plus qu'à du suc gastrique véritable. Selon Blondlot (2), les susbtances purgatives, selon Corvisart, la coloquinte et l'ipécacuanha, auraient le même effet. Au contraire, d'après le même auteur, la glace, le café, provoquent la sécrétion d'un suc gastrique très-actif, tandis que le charbon et le sable donnent lieu à une sécrétion acide abondante, mais le liquide recueilli semble doué de propriétés digestives faibles.

Les irritations mécaniques provoquent la sécrétion d'un suc acide, mais le liquide sécrété ainsi est peu propre à la digestion (3).

Longet (4) a vu la sécrétion gastrique singulièrement activée par la stimulation de la muqueuse à l'aide d'un courant galvanique interrompu.

Ainsi que je l'ai mis à profit chez M*** pour obtenir du suc gastrique pur, il y a une sympathie entre l'excitation gustative et la sécrétion stomacale, sympathie dont probablement la voie centrifuge est le nerf pneumogastrique. Le rapport est si intime que la même quantité de suc gastrique est sécrétée quand on met un aliment dans la bouche ou quand on le met dans l'estomac. L'odeur et la vue des aliments déterminent le même effet, et, si à un Chien porteur d'une fistule stomacale on fait flairer un morceau de viande, la muqueuse gastrique rougit, et le suc gastrique s'écoule au dehors (5).

En somme, il y a donc plusieurs espèces de sécrétions gastrique, et si les observations des physiologistes que nous venons de citer sont exactes, il y en aurait trois sortes : un mucus

(1) *Loc. cit.*, p. 788.

(2) *Loc. cit.*, p. 213.

(3) Cette distinction entre le suc gastrique véritable et le suc gastrique inactif a été admise pour la première fois par Beaumont, puis par Blondlot (*loc. cit.*), Frerichs, Claude Bernard (*Arch. génér. de méd.*, 1846, p. 5), et surtout Corvisart.

(4) *Traité de phys.*, t. I, p. 202.

(5) Longet, *ibid.*, t. I, p. 203. Voyez à l'Appendice l'observation de Marcelin.

alcalin, un suc gastrique non peptique, un suc gastrique acide et riche en pepsine.

Nous avons vu l'influence de l'oxygène sur l'acidité du suc gastrique ; par conséquent il ne sera pas étonnant que, dans certains cas d'hématose incomplète de l'estomac et de non-activité des glandes stomacales, le mucus de l'estomac sécrété en petite quantité, et neutralisé par la salive, soit neutre ou à peine acide.

D'autre part, si on met dans l'estomac des corps inertes, ou si on excite la muqueuse gastrique avec des excitations mécaniques, le liquide sécrété n'est vraisemblablement pas doué de propriétés digestives, et, s'il faut en croire Blondlot, Cl. Bernard, Schiff, Corvisart et les meilleurs expérimentateurs, il ne contient pas de pepsine.

Évidemment ce n'est pas expliquer le fait que d'attribuer à l'estomac une intuition chimique. L'explication véritable restait donc à trouver, et c'est à Schiff (1) que revient l'honneur de l'avoir essayé. Quoique la théorie de Schiff soit entachée de nombreuses hypothèses qu'on n'a pas encore pu démontrer, elle n'a cependant été renversée par aucun fait probant, et il est nécessaire d'en dire quelques mots (2).

Lorsque, après l'achèvement d'une digestion copieuse, on donne à un Chien, porteur d'une fistule gastrique, de l'albumine à digérer, le pouvoir digestif de l'estomac est à peu près nul ; mais si on ajoute à l'albumine certains aliments, en particulier du bouillon, de la dextrine, de la viande cuite ou crue, on voit que le pouvoir digestif de l'estomac augmente rapidement. Avec d'autres substances, le sucre, l'amidon, la graisse, on ne provoque pas l'activité du suc gastrique. Ainsi certaines matières, appelées par Schiff peptogènes, viennent charger l'estomac de pepsine, tandis que d'autres substances ne peuvent augmenter le pouvoir digestif de l'estomac. L'expérience

(1) Ses premières expériences ont été faites à Paris avec Luc. Corvisart. Voy. *Mém. sur le pancréas*, 1857.

(2) Pour plus de détails, voy. Schiff, *loc. cit.*, t. II, p. 182 et suiv., et Herzen, *Lezioni sulla digestione*. Florence, 1877.

montre que les peptogènes n'agissent pas par le contact direct avec la muqueuse stomacale, ainsi que le supposait Blondlot, mais elles passent dans le sang, et de là apparaissent dans l'estomac sous la forme de pepsine : en effet, en injectant de la dextrine ou du bouillon dans les veines d'un Lapin, on donne à son estomac un pouvoir peptonisant considérable, selon Schiff, sept fois plus considérable qu'avant l'injection de dextrine ou de bouillon. Si, au lieu de les injecter par l'estomac ou les veines du cou, ou le rectum, on injecte les peptogènes dans l'intestin grêle, l'estomac ne se charge plus de pepsine ; tout se passe comme si, en traversant les ganglions mésentériques, les substances peptogènes perdaient une partie de leurs propriétés et devenaient impuissantes à fournir la pepsine au suc gastrique. Dans d'autres expériences, Schiff a montré que les substances peptogènes absorbées par les veines allaient en partie former la pepsine dans l'estomac, en partie la pancréatine dans le pancréas. Cette transformation en pancréatine ne se peut faire que dans la rate. Si la rate est enlevée, le pouvoir digestif est presque nul pour le pancréas, mais doublé pour l'estomac. Les peptogènes destinés à faire la pancréatine du pancréas, ne pouvant plus trouver là leur emploi, vont donner un maximum de pepsine à l'estomac.

Les nombreuses et intéressantes expériences de Schiff ont été contredites par divers auteurs (1) : mais les contradictions sont loin d'être irréfutables. Les procédés dont ces savants ont fait usage sont en général peu rigoureux, et les expériences en nombre insuffisant. Aussi, quoique la théorie de Schiff soit, dans l'état actuel de la science, encore très-hypothétique, la regarderons-nous comme vraisemblable.

Finalement nous arrivons donc à cette double conclusion :

1° *L'acide du suc gastrique est produit par une sorte de dédoublement chimique d'une matière contenant du chlore sous l'influence de l'oxygène du sang.*

(1) Ebstein et Brünn, *Arch. de Pflüger*, t. III, p. 565 ; — Unge, *Jahresber. uber die Fortschritte der Anat.*, 1873, II, p. 354 ; — Braun, *Centr. f. d. med. Wissensch.*, 1874, n° 15.

2° *La pepsine prend naissance après l'absorption de substances peptogènes.*

Mais, pour que ces deux hypothèses aient définitivement droit de cité, il faudrait encore une longue série d'expériences (1).

L'activité chimique du suc gastrique permet qu'on se demande pourquoi il ne digère pas les parois stomacales.

On avait cru donner une explication (2) en disant que la vie empêchait cette digestion, ce qui n'explique rien du tout, comme toute théorie vitaliste. Cl. Bernard (3) a fait l'expérience suivante. Il introduit dans la fistule d'un Chien l'arrière-train d'une Grenouille vivante. Au bout de trois quarts d'heure, la Grenouille est vivante encore, mais les membres postérieurs sont en grande partie digérés.

Selon Claude Bernard, cette digestion d'un animal vivant malgré son épithélium, tient à ce que l'épithélium de la peau des Grenouilles, lorsque il a été détruit par un acide, ne se renouvelle pas, tandis que l'épithélium stomacal est soumis à une mue incessante.

Schiff admet une opinion à peine différente. Selon lui, c'est le mucus sécrété par l'épithélium qui oppose une barrière à la digestion par le suc gastrique (4).

Il est très-probable que ces deux opinions très-analogues sont exactes ; c'est l'épithélium stomacal qui, se renouvelant sans cesse, et entourant d'une couche imperméable de mucus le suc gastrique sécrété, empêche l'action destructive du suc gastrique sur les parois de l'organe.

Après la mort l'épithélium stomacal et une partie de la muqueuse sont digérés. Plusieurs faits de ce genre ont été observés. Surtout si on a mis un acide dans l'estomac, cette auto-

(1) Bence Jones avait cru remarquer que, pendant la digestion, l'urine est alcaline, et il attribuait ce fait à l'électrolyse animale du chlorure de sodium, allant faire de l'acide chlorhydrique dans l'estomac et de la soude libre dans la bile et dans l'urine. Mais Claude Bernard a démontré que cette réaction de l'urine dépendait de l'alimentation.

(2) Hunter, *Phil. Transact.*, 1772, p. 449.

(3) *Leçons de physiol. expérimentale*, t. II, p. 408.

(4) *Leç. sur la digestion*, t. I.

digestion est très-remarquable. Dans l'estomac des Poissons, elle s'opère avec une étonnante activité, si bien qu'au bout de quelques heures, toute la muqueuse gastrique a été dissoute, et la tunique musculaire, plus résistante, persiste seule.

En terminant, je noterai un essai expérimental qui peut être rapporté, quoiqu'il m'ait malheureusement donné des résultats négatifs. Espérant remplacer, au moins en partie, l'acide chlorhydrique de l'estomac par l'acide bromhydrique, je donnai, pendant dix jours, à un jeune chien, environ douze grammes par jour de bromure de sodium. L'animal étant très-affaibli, cette alimentation bromurée fut cessée brusquement, et remplacée par du lait. Au bout de vingt-quatre heures, l'animal fut sacrifié; mais ni dans l'estomac, ni dans le suc gastrique, il n'y avait trace d'acide bromhydrique ou même de bromures. Je me propose de reprendre cette expérience en modifiant les conditions expérimentales.

APPENDICE

A. — Résumé des observations faites sur Marcelin R. . atteint de fistule gastrique (1).

Depuis le célèbre Canadien Alexis de Saint-Martin, observé par de Beaumont (2), on n'a pu étudier le suc gastrique chez l'homme (3), et sauf un cas observé à Dorpat (4) et un autre tout

(1) Je les ai placées à la fin de mon travail, pour ne pas interrompre par des considérations particulières des expériences de chimie physiologique et de zoologie.

(2) *Exp. on the gastric human juice.* Plattsburg, 1833.

(3) Gauthier, dans sa thèse inaugurale (Paris, 1877), rapporte 37 cas de fistule gastrique. Il paraît que Middeldorff en aurait cité 47.

(4) Schröder, *Succi gastrici humani vis digestiva ope fistulæ stomacalis indagata.* Dorpat, 1853. — Grunewald, *Succi humani gastrici indoles physica et chimica ope fistulæ stomacalis indagata.* Dorpat, 1853.

récemment à Vienne (1), je ne sache pas qu'on ait répété les expériences de Beaumont. Il y a deux ans, comme j'avais l'honneur d'être l'interne de M. le professeur Verneuil, à la Pitié, j'eus occasion d'observer le malade qu'il opéra si heureusement de la gastrotomie. M. Verneuil m'encouragea à étudier la digestion stomacale chez ce jeune homme, et ces études furent le point de départ de mes recherches sur le suc gastrique (2).

Voici en quelques mots l'histoire de Marcelin R... Ayant avalé par mégarde une gorgée de potasse caustique, il eut à la suite de cet accident un rétrécissement de l'œsophage, qui devint de plus en plus resserré. Finalement, ne pouvant plus se nourrir, il entra à l'hôpital. Le cathétérisme œsophagien, dès l'abord très-difficile, devint de plus en plus périlleux, et enfin tout à fait impossible. Peu à peu l'état du malade s'aggrava au point que le seul moyen de l'empêcher de mourir de faim était évidemment la gastrotomie. L'opération fut pratiquée par M. Verneuil à la fin de juillet 1876, et elle réussit complétement. Au mois de novembre il était complétement guéri.

Tout d'abord je me suis assuré que l'œsophage était imperméable, en sorte que les liquides salivaires ne se mélangent pas avec les liquides stomacaux, et qu'on peut avoir du suc gastrique pur et dépourvu de salive, condition qu'il est déjà difficile de réaliser sur les animaux, et que l'on n'a vraisemblablement jamais pu rencontrer sur l'homme. A plusieurs reprises, j'ai vu que la salive ne pouvait pénétrer dans l'estomac. En faisant mâcher à M... du sucre imbibé de ferrocyanure de potassium, je n'ai pu retrouver aucune trace de ce sel dans les liquides stomacaux, malgré la sensibilité des réactions chimiques qui décèlent les ferrocyanures.

D'ailleurs une autre expérience prouve encore qu'il n'y a pas pénétration de salive dans l'estomac. Si Marcelin prend une quantité déterminée d'eau, et essaye de l'avaler, au bout de quelques minutes, il peut, par la régurgitation, rendre absolument la même quantité d'eau. Le deuxième temps de la déglutition peut bien s'accomplir, mais le troisième temps, qui répond aux contractions péristaltiques de l'œsophage, est incomplet. Il est probable qu'il y a dans l'œsophage, comme cela a été démontré par l'anatomie pathologique pour tous les cas de rétrécissement de ce canal, une sorte de cul-de-sac, dans lequel les aliments viennent

(1) Kretschi, 1876. *Deutsches Archiv. f. Klin. Med.*, t. XVIII, p. 528.

(2) L'observation détaillée a été rapportée par M. Verneuil dans les *Bullet. de l'Ac. de méd.*, 1876.

s'entasser, et qui se vide au bout de quelques minutes par une régurgitation involontaire.

Cette imperméabilité de l'œsophage a pour conséquence principale l'impossibilité de l'alimentation par les voies ordinaires. Comme Marcelin ne peut rien avaler, on est forcé de le nourrir par une sonde en caoutchouc placée à demeure dans la fistule gastrique. Les aliments injectés par cette sonde sont hachés et pulpeux, de manière à pouvoir être poussés par la seringue, et à remédier ainsi à l'absence de mastication. De fait, ce procédé anormal ne semble pas avoir eu de grands inconvénients, puisque, six mois après qu'on l'eut mis en usage, le poids de Marcelin avait augmenté de cinq kilogrammes.

Une autre conséquence de l'alimentation par la fistule est une soif perpétuelle. Ainsi toutes les fois qu'on vide l'estomac en débouchant la sonde, Marcelin est pris de soif très-vive qu'il rapporte, ainsi que tout le monde, à l'isthme du gosier, et alors il cherche à soulager sa soif, en mettant de l'eau dans sa bouche : c'est ce qu'il appelle se *rafraîchir*. En réalité il ne fait que se gargariser, et ne se désaltère pas. Pour se désaltérer réellement, il faut qu'on lui introduise des liquides dans l'estomac. Mais ce n'est pas suffisant pour calmer complétement la sécheresse de son pharynx, et il semble qu'il soit nécessaire d'humecter le pharynx directement, aussi bien que d'absorber de l'eau dans les veines.

Il y a, de l'estomac aux glandes salivaires et des glandes salivaires à l'estomac, des sympathies réflexes, telles que la sécrétion des glandes salivaires. On peut, chez Marcelin, observer ce double réflexe. Ainsi, quand on lui injecte des aliments par la sonde, la sécrétion salivaire est aussitôt augmentée, mais cependant moins qu'on serait tenté de le croire. Il semble que ce réflexe allant de la muqueuse gastrique aux glandes de la salive tende à disparaître, à mesure que l'usage des glandes salivaires se restreint. Tout à fait au début de l'alimentation par la fistule gastrique, il paraît que la réplétion de l'estomac par les liquides alimentaires provoquait des mouvements involontaires de mastication. Aujourd'hui il n'y a plus rien de semblable, et ce n'est guère qu'avec certains aliments qu'il y a hypersécrétion de salive. Encore cette hypersécrétion est-elle peu marquée, et devient-elle de plus en plus insignifiante tous les jours. Quand j'ai cessé de voir Marcelin (juillet 1877), c'est à peine si elle existait encore. Au contraire, les réflexes, dont le point de départ est dans l'estomac, ont conservé toute leur puissance. Ainsi, si l'on fait mâcher à Marcelin des substances

sapides et parfumées, il y aura aussitôt un flux, relativement abondant, de suc gastrique. C'est même par ce procédé tout physiologique que j'obtenais du suc gastrique pur. Après plusieurs lavages de l'estomac, l'eau qui en sort devient presque limpide. Alors, en vidant complétement l'estomac, et en faisant mâcher à Marcelin des gâteaux, ou du sucre, ou du citron, etc., le suc gastrique se met à couler lentement, goutte à goutte.

Pour ce qui a trait à la manière dont l'estomac se vide, c'est par un moyen extrêmement simple. Quand la sonde est bouchée, comme elle est adaptée hermétiquement aux parois de la fistule, il ne s'écoule pas de liquide. Au contraire, la sonde étant débouchée, tous les liquides s'écoulent par cette ouverture dépouvue de sphincter. Mais quand la sonde est débouchée, Marcelin ne peut plus faire d'effort considérable, le point d'appui que la paroi abdominale doit donner à la contraction du diaphragme lui faisant défaut. La pression des gaz contenus dans l'estomac suit les oscillations du diaphragme ; je m'en suis assuré en adaptant un tube en caoutchouc et un tambour inscripteur à la sonde. On peut ainsi inscrire les mouvements respiratoires, et le rhythme de l'inspiration et de l'expiration se retrouve dans le tracé obtenu ainsi : les mouvements brusques de la toux et du rire changent brusquement la pression, ainsi qu'on pouvait s'y attendre. Marcelin peut aussi vider son estomac en contractant ses parois abdominales; le jet de liquide est saccadé, et suit les contractions abdominales. Quand, après s'être contractées, ces parois reviennent à l'état normal, il se fait une sorte d'aspiration avec un bruit de *glou-glou*, par suite du mélange de l'air introduit avec les aliments liquides. Tous ces faits démontrent que le plus souvent le sphincter supérieur comme le sphincter inférieur de l'estomac sont fermés, et que leur occlusion permet de considérer l'estomac comme une poche contractile et élastique, subissant les variations de la pression abdominale (1).

Les bords de la fistule se continuent, d'une part avec la muqueuse gastrique, d'autre part avec la peau. Au point où la muqueuse se continue avec la peau, il y a une sensibilité assez vive ; de sorte que le passage du suc gastrique, lorsque il est trop acide, est quelquefois assez douloureux. Quant à l'estomac lui-même, il est

(1) Les recherches de M. Leven (*Bull. de la Soc. de biol.*, 1875, nov., p. 366) semblent contredire ce fait. Mais l'opinion de M. Leven me paraît inacceptable, et elle l'a semblé aussi à la plupart des physiologistes, qui acceptent l'opinion de Magendie sur l'occlusion du pylore.

presque insensible, ainsi que Beaumont l'avait noté. Les sensations tactiles font défaut ; et Marcelin ne sait pas si on lui touche l'estomac, ou si on ne le touche pas. Toutefois, dans certaines circonstances, l'ingestion brusque d'un liquide froid lui est assez pénible. Il ne sent cependant pas la température des liquides : l'introduction d'eau-de-vie ou même de vin lui produit une sensation de chaleur, et une sorte d'excitation qu'il recherche avec plaisir, quoiqu'il ne puisse goûter ni l'eau-de-vie, ni le vin. Je n'ai pas pu me rendre compte exactement du motif réel qui lui fait rechercher les liqueurs alcooliques. Peut-être est-ce par un préjugé populaire qui fait croire que ce sont des fortifiants.

Quoi qu'il en soit, Marcelin ne peut savoir quand son estomac est plein ou vide, et la faim chez lui se traduit par une sorte de défaillance, laquelle l'avertit qu'il est temps de prendre des aliments. Quand l'estomac est rempli trop brusquement, Marcelin est pris de hoquet; le même phénomène survient quand l'estomac est vidé sans précaution de tous les liquides qu'il renferme ; de sorte que, au moins chez ce sujet, le hoquet semble être produit par un changement brusque dans la pression stomacale.

J'ai essayé de voir la muqueuse stomacale alors que l'estomac est en digestion ; cet examen a été assez difficile. Cependant j'ai pu voir la muqueuse gastrique, et la montrer à quelques personnes, en projetant dans un tube métallique introduit par la fistule une vive lumière, par exemple la clarté d'une lampe à huile minérale grossie par une lentille (appareil de M. Colin). On voit alors dans le fond du tube une surface rougeâtre, tomenteuse, criblée de petits pertuis très-fins, comme des piqûres d'aiguille, probablement les orifices glandulaires dilatés. Cette apparence rougeâtre de la muqueuse en activité contraste avec l'aspect gris de la muqueuse stomacale des cadavres.

L'absorption des liquides contenus dans la cavité gastrique ne pouvait guère être étudiée avec certitude. Comment, en effet, savoir s'ils passent par le pylore, ou s'ils sont absorbés par les veines stomacales? Il est probable que les deux phénomènes coïncident, une partie des aliments passant dans la circulation veineuse, une autre partie s'introduisant par le pylore dans le duodénum pour être absorbée par les vaisseaux mésentériques.

Il n'en est pas moins intéressant de savoir quelle est exactement, pour les différentes substances, la durée de la digestion stomacale.

Je n'insisterai guère sur cette question, dont l'intérêt est secon-

daire, après les expériences de de Beaumont (1). En général, mes expériences concordent avec les siennes et celles de Gosse (2). Ainsi la durée maximum du séjour dans l'estomac paraît être de 4 heures et demie à 6 heures, pour les graisses par exemple et certains aliments évidemment très-indigestes (3), comme les épinards. La durée minimum s'observe dans la digestion du lait, qui paraît être de tous les aliments le plus facilement digéré ; après une heure, c'est à peine s'il en reste quelques traces dans l'estomac. Mais, comme le lait contient une notable quantité de graisse, il s'opère une sorte de dédoublement curieux dans la digestibilité de ce liquide. La caséine, le sucre, l'eau et les sels du lait disparaissent avant une heure, et on ne peut plus les retrouver, tandis que la graisse persiste encore pendant une demi-heure au moins : dans l'estomac, elle est liquide, à cause de la température, mais à peine est-elle refroidie qu'elle se fige. Il en est ainsi pour presque tous les aliments complexes mélangés de graisse. La graisse disparaît toujours en dernier lieu. Il est vraisemblable que ce n'est pas seulement à cause de la difficulté de sa digestion, et que les conditions physiques jouent un rôle prépondérant dans ce retard. En effet les graisses, que la température de l'estomac a liquéfiées, surnagent tous les autres liquides, et ne peuvent passer par le pylore que si tous ces liquides ont disparu. Si, de même, une heure après l'ingestion de vin, de pain, de viande et de graisse, on laisse le mélange s'écouler par la sonde, la graisse viendra tout à fait à la fin, et on pourrait supposer qu'elle est moins digestible que la viande et le pain. Cependant il me paraît probable que le retard de la digestion des graisses, c'est-à-dire du passage par le pylore, tient à leur faible densité, qui les fait surnager les liquides alimentaires, en sorte qu'elles doivent être les dernières parties qui passent par le pylore.

En somme, la durée de la digestion est de trois à quatre heures : mais elle n'est pas la même pour toutes les substances alimentaires. Le lait est rapidement absorbé. Il en est de même de l'alcool, dont la plus grande partie a disparu au bout d'une demi-heure. Au bout de quarante minutes, on en retrouve encore des traces. Mais, une heure après qu'il a été ingéré, il semble avoir complétement disparu. Je n'ai pas recherché si une

(1) Elles sont rapportées en détail dans le *Traité de physiol.* de Longet, t. I, p. 256.

(2) *Opusc. de phys. anim. et végét.*, par Spallanzani, t. II, p. 379, 1787.

(3) Il faut tenir compte des particularités individuelles. Nul organe, peut-être, n'est aussi fantasque dans sa fonction que l'estomac.

partie s'était transformée en aldéhyde, ainsi que Kretschi l'a admis.

Enfin je ferai une dernière remarque, qui est, je crois, assez importante. Les aliments ne disparaissent pas de l'estomac successivement. Il semble au contraire qu'à un certain moment, tout d'un coup, ils passent en masse, *en bloc,* pour ainsi dire, dans l'intestin. L'estomac ne met guère plus d'un quart d'heure à se vider complétement. Pendant trois heures et demie, je suppose, la masse alimentaire ne changera pas de volume; mais une demi-heure de plus, et presque tout aura disparu, en sorte qu'on ne pourra retrouver dans l'estomac que des débris de ces aliments. Cela semblerait prouver qu'il faut que les matières nutritives arrivent à un certain état, à la fois chimique et physique, pour pouvoir passer par le pylore (1).

J'ai malheureusement négligé de mesurer régulièrement la température de l'estomac. Une fois, pendant la digestion, elle était de 38. 2. Ce chiffre isolé est tout à fait insuffisant.

Marcelin n'avait pas de dyspepsie; il se plaignait souvent de souffrir dans le dos; mais je n'ai jamais trouvé que ces douleurs stomacales ou dorsales eussent de l'influence sur les phénomènes chimiques de la digestion. La digestion des matières cellulosiques indigestes, en particulier des épinards, était accompagnée d'un flux aqueux abondant, à peine acide, mais sans être compliquée de douleurs dans l'estomac (2).

B. — **Dosages acidimétriques et dosages d'ammoniaque.**

J'ai peu de chose à dire des procédés de dosage que j'ai employés pour mesurer les acidités des divers liquides organiques que j'ai eu à examiner. En général, les dosages acidimétriques se font avec la teinture de tournesol; mais, pour mesurer de très-faibles quantités d'acides organiques peu énergiques, il est difficile, avec la teinture de tournesol, d'arriver à une précision suffisante. Grâce à la complaisance de mon ami le professeur G. Bouchardat, j'ai

(1) Ce fait, que j'ai annoncé il y a plus d'un an (*Comptes rendus de l'Ac. des sc.* 5 mars 1877), a été, par quelques personnes, regardé comme inexact. Je persiste cependant à croire que les choses se passent ainsi, au moins chez Marcelin. M. Herzen, professeur au Muséum de Florence, m'a affirmé que, d'après ses expériences personnelles, chez les Chiens la digestion se faisait de la même manière.

(2) M. Leven (*Bullet. de l'Acad. de méd.*, 10 mars 1870) a constaté ce même fait d'exosmose aqueuse à la suite d'ingestion de matières non azotées; mais il attribue à cette hypersécrétion un rôle important dans la dyspepsie.

pu employer une autre substance plus sensible que le tournesol, et avec laquelle j'ai fait tous les dosages rapportés ci-dessus.

Cette substance est la phtaléine du phénol ($C^{20}H^{7}O^{4}$), qu'on obtient en faisant réagir le phénol sur l'anhydride phtalique à l'aide de l'acide sulfurique concentré. C'est un corps d'un brun rougeâtre, fluorescent, soluble dans l'alcool. Il suffit de quelques gouttes de sa solution alcoolique pour donner à une liqueur alcaline une coloration rouge énergique qui disparaît dès que la liqueur devient acide. De même on peut déterminer avec une grande précision le moment où une liqueur acide incolore se colore en rose, moment qui correspond au moment où elle devient alcaline. Néanmoins il faut une certaine habitude pour faire des déterminations exactes.

Quant au liquide alcalin servant au dosage, j'employais la chaux, dont le titre reste plus constant que la baryte ou la potasse.

La détermination de l'ammoniaque contenue dans le suc gastrique a été faite de la manière suivante : un volume déterminé de suc gastrique pur était mélangé à de la potasse, et placé sous une cloche, en même temps qu'une solution très-diluée et titrée d'acide sulfurique. Au bout de trois ou quatre jours, on examinait le titre de cet acide sulfurique. Deux dosages très-concordants m'ont donné 0,17 d'AzH^3 pour 1,000 gr. En laissant pendant deux mois le même suc gastrique en contact avec la potasse en présence d'acide sulfurique, la proportion d'AzH^3 s'est élevée à 0.26 d'AzH^3, cette augmentation étant due, évidemment, à la décomposition ammoniacale des matières protéiques.

EXPLICATION DES FIGURES (PL. XVI).

FIGURES 1 et 2. — Estomac de Brochet (*Esox Lucius*). A. Renflement stomacal. B. Estomac pylorique. C. Détroit pylorique, à peine apparent quand l'estomac n'est pas ouvert, très-manifeste sur une coupe longitudinale. En ce point, la tunique musculeuse est très-épaisse. D. Intestin.

FIG. 3. — Coupe de l'estomac de la Baudroie. A. Papilles stomacales. B. Tunique cellulo-élastique. C. Tunique musculaire extrêmement épaisse.

FIG. 4. — Papilles stomacales de la Baudroie (*Lophia piscatorius*). Les papilles forment des saillies qui sont criblées d'orifices pour les cellules glandulaires C. A. Tunique celluleuse. B. Pédicule de la papille stomacale. L'épithélium cylindrique qui recouvrait ces papilles est tombé pendant la digestion.

FIG. 5. — Estomac de l'*Helix pomatia* (grossiss. 300 diam.). A. Cuticule de l'épithélium cylindrique à noyaux reposant sur une couche de tissu lamineux. B. Epithélium. C. Tunique musculaire. D. Cellules glandulaires des glandes salivaires adossées à l'estomac et comprises dans la coupe.

CLAUDE BERNARD

Le *Journal de l'anatomie et de la physiologie* vient s'associer au témoignage public par lequel la France a honoré la mémoire de Claude Bernard. Il n'entre pas dans les limites de ce recueil de retracer ici l'histoire des découvertes du savant, ni de rappeler la liste de ses travaux ; mais nous voulons du moins nous joindre à tous pour déplorer une perte aussi grande (1). Nous le ferons en relevant uniquement, comme un signe des tendances de la biologie moderne, l'évolution qui s'est faite avec le temps dans l'esprit de l'éminent physiologiste, et dans la direction donnée à ses recherches scientifiques d'une part, et médicales de l'autre.

Claude Bernard étudie d'abord les organes envisagés comme des sortes d'individualités distinctes : tantôt ce sont des parenchymes, comme le *pancréas*, le *foie*, les *glandes salivaires*, et tantôt des nerfs crâniens, le pneumo-gastrique ou le spinal ; il suit la tradition de ses maîtres, y ajoutant toutefois en plus cette merveilleuse aptitude qu'il possédait à démêler dans une expérience la valeur relative et la contingence des phénomènes. C'est ainsi qu'il a marqué sa place au premier rang parmi les biologistes expérimentateurs dont la longue liste, commence à Galien, et resplendit plus tard avec les noms de Harvey et de Spallanzani.

Mais l'étude des poisons jette tout à coup cet esprit investigateur et sagace dans des routes nouvelles : Claude Bernard s'y engage résolûment. Ce sera son grand honneur d'avoir crée la physiologie des systèmes anatomiques, réductible elle-même

(1) L'initiative d'une souscription, pour élever un monument à la mémoire de Claude Bernard, a été prise par la Société de biologie, où il fit toujours d'abord connaître ses principales recherches.

à la physiologie des éléments, c'est-à-dire d'avoir créé la Physiologie générale en rapport avec l'Anatomie générale, telle que l'avait fondée Bichat. La distinction que Claude Bernard crut trouver entre les nerfs sensitifs et moteurs, au point de vue des effets du curare ; la découverte du rôle des nerfs des parois vasculaires, que Bichat recommandait à l'attention des physiologistes (1), furent les premières étapes de la voie féconde et essentiellement neuve où Claude Bernard devait s'engager de plus en plus jusqu'à la fin de sa carrière.

La gradation de ses découvertes est ici remarquable. La détermination du rôle rempli par le pneumo-gastrique, par son centre d'origine, ou mieux d'arrivée sous le plancher du quatrième ventricule, sur la circulation hépatique, sur la production de la matière glycogène et du sucre, sur la présence en excès de ce dernier dans le sang et son élimination urinaire, cette détermination, disons-nous, le conduit d'une part à celle des usages du grand sympathique comme nerf moteur des parois vasculaires ; elle le conduit de l'autre, par les effets de la section du nerf auriculo-temporal et de la corde du tympan, à montrer le rôle des nerfs de la vie animale comme nerfs de la sensibilité de ces parois, et par suite comme régulateurs de leurs contractions par l'intermédiaire des fibres grises du sympathique.

C'est dans les recherches de cet ordre d'abord, dans la partie de ses études sur les alcaloïdes de l'opium qui touche à la thérapeutique ensuite (et ce sont là deux des points de vue essentiels sous lesquels doit être envisagée la médecine), qu'il puise des exemples vraiment démonstratifs et d'un caractère expérimental, appuyant la doctrine en dehors de laquelle la médecine n'est composée que de tâtonnements empiriques ou de charlatanisme. Nous parlons ici de la doctrine qui *rattache toute lésion d'une partie à l'état normal de la partie correspondante*

(1) « Je ne saurais trop le répéter : le rapport constant des artères avec le système « nerveux des ganglions, mérite l'attention des physiologistes, parce qu'il est trop « général pour ne pas tenir à quelque grand but des fonctions de l'économie, quoique « ce but soit ignoré. » Bichat, *Anat. gén.*, p. 302.

dans ses divers âges. Hunter, Bichat, Broussais, sont les promoteurs de cette marche, qui est la seule logique. De la sorte, l'anatomie et la physiologie pathologiques puisent leur méthode dans celle de l'anatomie et de la physiologie normales, étudient les excès, les diminutions et les aberrations des secondes au point de vue de la forme, du fonctionnement, de la structure, etc. Bernard se place parmi ceux qui ont montré qu'il faut, au contraire, repousser le système établi par Laennec et Meckel, et adopté par des anatomo-pathologistes de nos jours, qui ont cru arriver à des résultats utiles, en puisant dans l'anatomie pathologique elle-même une méthode qui lui fût propre, en supposant qu'elle avait une classification fondée sur les lésions considérées indépendamment de l'évolution des tissus où elle siége, comme si une altération ne supposait pas une substance qui s'altère en un lieu où se passe le phénomène. Cette école, qui se proclame purement anatomique d'une part, et prétend appartenir à la médecine traditionnelle quant à la pratique; qui dit se concentrer dans l'*examen des formes et des symptômes*, pour s'efforcer de tracer la meilleure description possible des produits anormaux, oublie que la forme est subordonnée à la composition anatomique élémentaire; elle oublie qu'une description de la forme, de la couleur ou de la consistance et des signes ne conduit à rien, si on ne sait à quoi sont dus ces caractères.

Dans ses études sur les alcaloïdes de l'opium et les divers poisons, Claude Bernard appuie, d'autre part, la doctrine qui lie la thérapeutique dite pharmacologique à la notion de fixation temporaire aux éléments de nos tissus, des divers principes accidentels que représentent ces composés, et à celle des modifications qu'ils apportent dans les phénomènes de rénovation moléculaire nutritive.

Depuis lors, il ne cesse, à juste titre, de s'élever (1) contre ceux qui prétendent que la médecine et ses diverses subdivisions ont les caractères d'une science autonome, au même titre

(1) Voyez surtout son *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*, 1865, in-8, p. 325 et suivantes.

que *la botanique*, *la zoologie*, *la physiologie*, *la physique* et *la chimie;* contre ceux qui, devant lui, soutenaient encore que l'observation dite traditionnelle, celle qui a précédé les découvertes de l'anatomie et de la physiologie modernes, est tout aussi féconde en résultats, tant scientifiques que thérapeutiques ou utiles aux nécessités de l'homme, que la méthode adoptée par lui, c'est-à-dire que celle qui, sous tous les rapports logiques, montre que la médecine est un cas particulier de la biologie. Rien ne le choquait plus que d'entendre ceux-ci se prétendre ses élèves, et il ne se trompait pas sur les mobiles divers qui suscitaient de telles prétentions.

On a dit très-justement de Bernard que, s'il ne faisait pas de médecine, il faisait la médecine. Or c'est précisément en faisant successivement la physiologie des organes, de divers tissus, de quelques humeurs et de leurs éléments anatomiques. qu'en peu d'années il a fait la médecine du foie, du rein, de l'intestin, des nerfs, de la circulation capillaire, et des phénomènes qui dépendent de celle-ci, etc., alors que ceux qui font de la médecine, et l'enseignent en suivant la méthode dite de l'observation traditionnelle, n'avaient, en plusieurs siècles, trouvé ici que des hypothèses. Quoi de plus frappant aussi, à cet égard, que les résultats auxquels ont conduit ses remarquables recherches sur la température du sang dans les diverses régions du corps, rapprochées de celles qui mettaient en évidence des variations de cette température à la suite de la piqûre du bulbe, de la section de la moelle cervicale, des filets nerveux sympathiques correspondants, du ganglion sous-maxillaire, etc. ?

La mort prit Claude Bernard mettant la dernière main à un ouvrage où les attributs similaires des tissus animaux et végétaux étaient étudiés d'un même point de vue. Il marquait ainsi à la fois l'étendue et le terme de la Physiologie générale : dans le lumineux sillon de la biologie française, il continue directement Lavoisier et Laplace, Bichat et de Blainville. Comme eux, comme ce dernier surtout, il proclame, en définitive, la subordination des actes vitaux aux actions et aux réactions

physico-chimiques dont la matière organisée est le siége, et qui sont elles-mêmes la condition de son état (1).

Ces tendances de Claude Bernard s'étaient affirmées déjà en 1866 par la publication de « Leçons sur les propriétés des tissus vivants » (recueillies par M. Alglave). Vers la même époque, il méditait « des Recherches expérimentales sur la for-« mation des éléments anatomiques « (*Rapport sur les progrès et la marche de la physiologie générale*, 1867, p. 193). Malheureusement elles n'ont point paru; elles eussent sans doute contribué à effacer plus tôt une distinction chaque jour plus difficile à formuler entre l'Anatomie générale, d'une part, étudiant les propriétés morphologiques et physico-chimiques des tissus et des éléments, et, d'autre part, la Physiologie générale, ayant pour attribut spécial l'étude de leurs propriétés d'ordre organique. La coexistence et la subordination de ces propriétés montrent assez qu'elles ne sauraient être étudiées isolément et en quelque sorte abstraites les unes des autres, que par un artifice préjudiciable au progrès des connaissances, et qu'une bonne discipline scientifique doit s'efforcer de faire disparaître.

Ch. Robin.
G. Pouchet.

(1) Voy. de Blainville : *Principes d'anatomie comparée*, Paris, 1822, in-8, introduction, et p. 16 et suiv. — Cl. Bernard : *Revue des Deux-Mondes*, 15 mai 1875; — Ch. Robin : *Sur la nature des fermentations*, dans ce recueil, année1875, p. 379. Nous avons cité dans cette dernière étude, à la page 406, un passage de Claude Bernard, qui résume ses doctrines scientifiques générales. Pour ceux qui ont conversé avec lui sur ces questions, ce passage résume aussi, au moins implicitement, ses croyances sur ce que l'on peut déduire de ses doctrines. Contrairement à ce qu'on n'a pas craint de dire et d'écrire, ses convictions n'ont pas changé dans les derniers jours de sa vie. Nous tenons ce fait de ceux qui ne l'ont pas quitté dans ces douloureuses circonstances. Nous tenons d'eux aussi que, du 8 février, jour où il avait déjà perdu connaissance, au 10 de ce mois, jour de sa mort, il n'a vu aucune personne non plus que dans les semaines précédentes, qui aie tenté de le faire agir ou parler autrement qu'il ne l'a toujours fait devant ses amis et ses élèves. (Voir spécialement G. Barral : *Lettre à propos des obsèques de Claude Bernard*, dans la *Revue internat. des Sciences*, de J. de Lannessan, 1878, p. 318.)

Le propriétaire-gérant,
Germer Baillière.

Saint-Denis. — Imprimerie de Ch. Lambert, 17, rue de Paris.

CONTRIBUTION

A

L'ÉTUDE DU TAPIS CHEZ LES MAMMIFÈRES

Par M. F. TOURNEUX

PLANCHES XVII ET XVIII.

Nous n'envisagerons dans ce travail le tapis que chez les mammifères. Nous ne connaissons à ce sujet qu'une description du tapis des carnassiers, présentée par Max Schultze dans un discours à Bonn le 27 novembre 1871 (1), et analysée dans le Centralblatt du 7 septembre 1872 (*Ueber das Tapetum in der Chorioides des Auges der Raubthiere*).

On sait que la disposition anatomique connue sous le nom de *tapis*, résulte de l'interposition d'une couche fondamentale ayant des propriétés optiques spéciales, entre la membrane chorio-capillaire de la choroïde et la couche des gros vaisseaux, en même temps que la couche épithéliale de la rétine se trouve dépourvue de pigment à ce niveau. Nous laisserons de côté tout ce qui se rattache à la partie physiologique de cette question. On pourra d'ailleurs trouver sur les phénomènes d'irisation et de cérulescence propres au tapis, ainsi qu'à d'autres tissus chez les poissons, les batraciens et les mollusques, une étude détaillée dans un travail de V. Hensen : *Ueber das Auge einiger Cephalopoden* in *Zeitschrift. f. wissenschaft. Zoologie* 1865, et dans un mémoire récent de M. G. Pouchet : *Changements de coloration sous l'influence des nerfs*, 1876, publié dans ce journal.

La couche fondamentale du tapis des mammifères offre une structure variable suivant les animaux. Tantôt elle se compose de cellules spéciales (comme chez les carnassiers), et tantôt, au contraire, de faisceaux de fibres lamineuses très-fines (rumi-

(1) Nous regrettons de n'avoir pas pu nous procurer le travail complet de Max Schultze; nous n'avons eu entre les mains que l'analyse du Centralblatt.

nants). Nous distinguerons donc, comme on l'a fait déjà, deux variétés de tapis :

1° *Tapis cellulaire*,

2° *Tapis fibreux* (tapetum fibrosum), que nous étudierons successivement.

I. — Tapis cellulaire.

Dans la classe des mammifères, le tapis cellulaire paraît propre aux carnassiers. Nous l'avons retrouvé avec des différences peu sensibles chez le chat, le lion, le chien, le renard, le blaireau, etc. Nous devons ajouter toutefois que l'otarie possède également un tapis cellulaire très-accusé, ce qui tendrait peut-être à rapprocher cet animal des carnassiers, ainsi que le voulait Blainville, tandis que le marsouin, par son tapis fibreux, aurait, au contraire, ce point commun avec les ruminants.

Si l'on examine par dissociation ou sur des coupes la choroïde d'un carnassier au niveau du tapis, on voit qu'elle comprend, en dehors de la couche épithéliale de la rétine restée adhérente, les trois couches suivantes :

1° Membrane chorio-capillaire;

2° Couche *fondamentale* (cérulescente ou irisante);

3° Couche des gros vaisseaux se continuant sans transition avec la *lamina fusca,* et ne formant en réalité avec cette dernière qu'une seule et même couche.

Nous allons successivement passer en revue chacune de ces parties, en commençant par la couche épithéliale de la rétine.

Couche épithéliale de la rétine. — Cette couche n'offre que peu d'intérêt pour notre sujet ; aussi ne ferons-nous que signaler rapidement les différentes particularités qui s'y rattachent au niveau du tapis. Elle est formée, comme dans le reste de l'étendue de la rétine, d'une couche unique de cellules pavimenteuses assez régulièrement polygonales, mesurant en moyenne 20 μ de diamètre. Ces cellules sont toutefois dépourvues de pigment mélanique ; celui-ci ne commence à apparaître qu'au voisinage de la limite du tapis, sous forme de quelques

grains épars qui deviennent de plus en plus nombreux, jusqu'à remplir complétement l'élément, et lui donner l'apparence bien connue de cellule épithéliale pigmentée de la rétine.

Si l'on isole cette membrane dans une certaine étendue, on remarque parfois des îlots plus foncés séparés par des portions plus minces dessinant un réseau à mailles serrées (voy. la fig. 7 de l'épithélium rétinien chez le jeune blaireau). Il est facile de se convaincre que les îlots qui comprennent les noyaux, répondent aux intervalles des capillaires du réseau sanguin sous-jacent, tandis que les portions plus claires représentent des sortes d'expansions membraneuses des cellules étendues au-dessus des capillaires. La couche épithéliale de la rétine ainsi moulée sur la couche sous-jacente, en reproduit exactement tous les détails. Cette disposition, du reste, n'est pas spéciale à la choroïde ; elle a été signalée depuis longtemps pour l'épithélium des alvéoles pulmonaires.

1° *Membrane chorio-capillaire.* — Cette membrane, immédiatement sous-jacente à la couche épithéliale de la rétine, se compose, comme dans les yeux dépourvus de tapis, d'un réseau capillaire d'une extrême richesse englobé dans une gangue de matière amorphe finement granuleuse (fig. 6). Les mailles de ce réseau mesurent chez le chat de quatre à six fois le diamètre des capillaires limitants. Il est facile, sur des pièces qui ont séjourné pendant quelque temps dans la liqueur de Müller, d'isoler cette membrane dans une certaine étendue. On arrive même parfois à la décomposer en deux couches distinctes, l'une superficielle homogène (membrane de Ruysch) et l'autre sous-jacente, représentée par le réseau capillaire avec un peu de matière amorphe. Ce dédoublement semblerait indiquer que, dans certains cas au moins, la matière amorphe, tout en comblant les mailles du réseau sanguin, se condense de plus à sa surface en une sorte de mince couche hyaline visible sur les coupes, et que les dissociations permettent d'isoler. La couche épithéliale de la rétine ne porte pas alors l'empreinte du réseau capillaire. Le plus habituellement, on sépare la membrane chorio-capillaire dans toute son épaisseur.

2° *Couche fondamentale. Iridocytes* (1). — Cette couche représente la partie essentielle du tapis. C'est elle qui est le siége des phénomènes optiques d'où résulte l'aspect brillant avec reflets bleuâtres du fond de l'œil des carnassiers. Elle est presque entièrement constituée par la superposition, en couches multiples, de cellules spéciales, déjà étudiées chez les reptiles, les batracien et les poissons, ainsi que chez les mollusques céphalopodes et les acéphales. Ces cellules ont reçu des dénominations diverses : en Allemagne, elles ont été successivement désignées sous les noms de Glanzzellen, d'Interferenzellen (Brücke); en France, sous ceux d'iridocytes, de cellules irisantes, ou encore de cellules chatoyantes (G. Pouchet). Nous continuerons à leur donner le nom d'*iridocytes* ou de *cellules irisantes*.

Ces éléments, quand on les observe par dissociation après une macération de quelques mois dans la liqueur de Müller, se présentent avec une forme aplatie nettement polygonale à cinq ou six pans (chat). Leur diamètre est en moyenne de 40 μ ; leur épaisseur, variable suivant les animaux, mesure chez l'otarie 5 à 6 μ, et se réduit chez le chat à 3 ou 4 μ. Le noyau est petit, sphérique, nucléolé, occupant généralement le centre de figure de l'élément ; il est parfois entouré de quelques granulations moléculaires (jeune blaireau). Quant au corps cellulaire, il semble entièrement clivé en aiguilles d'apparence cristalline, légèrement effilées à leurs deux extrémités. Leur longueur chez le chat est de 4 à 6 μ, leur largeur de 1 μ. Elles peuvent acquérir toutefois des dimensions plus considérables, notamment chez l'otarie, où elles atteignent, dans certains cas, comme longueur le diamètre même de l'élément. La forme de ces aiguilles, leur nombre et surtout leur disposition paraissent régler l'éclat du tapis. Chez le chat, elles sont disposées par petits groupes orientés dans des sens différents au sein de la même cellule. Chez l'otarie, elles sont tantôt toutes parallèles entre elles, ou bien elles forment deux plans superposés dans lesquels elles affectent des directions

(1) Voy. G. Pouchet et F. Tourneux : *Précis d'histologie humaine et d'histogénie*. Paris, 1878, page 622.

plus ou moins perpendiculaires. D'autres fois enfin, elles sont disposées sans ordre apparent (voy. les fig. 1, 2, 3).

Malgré leur apparence cristalline, ces aiguilles, comme les lames de l'argenture des poissons, sont formées d'une substance organique résistante, solide, offrant des caractères nettement définis. Max Schultze les indique ainsi : les acides chlorhydrique, sulfurique et azotique étendus sont sans action sur ces aiguilles, tandis qu'elles sont attaquées par les alcalis et l'acide sulfurique concentré. L'eau bouillante, l'éther et l'alcool ne les dissolvent pas; l'action combinée du sucre et de l'acide sulfurique leur donne une coloration rouge; l'iode les teint en jaune, de même l'acide picrique. Le carmin en solution dans l'ammoniaque ne les colore que très-difficilement et à la longue.

Ces diverses réactions permettent d'assimiler les aiguilles contenues dans les iridocytes aux lamelles des cellules à argenture des poissons, que l'on doit dès lors considérer comme les homologues des premières (1).

La structure de l'élément fondamental du tapis étant connue, nous devons rechercher maintenant quelle est la disposition générale des iridocytes. Pour se rendre un compte exact de la texture du tapis, il est nécessaire de pratiquer des coupes totales sur la choroïde, perpendiculairement à sa surface. Ces coupes devront être exécutées avec les plus grands ménagements, car, les aiguilles d'une même cellule offrant peu de cohésion entre elles, il arrive fréquemment que les éléments se brisent, et ne sont plus par suite conservés dans leur forme et leur disposition réciproque. Les coupes qui nous ont donné les meilleurs résultats ont été faites sur le tapis de l'otarie, après un séjour prolongé dans la liqueur de Müller. Il est indispensable parfois de pinceauter légèrement la préparation, ou encore de l'agiter dans de l'eau distillée, de façon à la débarrasser en partie des éléments cellulaires et à pouvoir étudier ainsi la trame du tissu.

(1) Voy., sur la nature de ces lamelles, le travail de Carl Vogt : *Ueber die in den Schuppen und der Schwimmblase von Fischen vorkommenden Krystalle* in *Zeitschrift f. wissenschaft. Zoologie*, 1865.

Si l'on considère une coupe normale du tapis, celle qui est représentée par exemple dans la figure 9, on remarquera que les iridocytes sont tous disposés parallèlement à la surface de la choroïde, formant ainsi une série d'étages superposés. Le nombre de ces étages est de 20 à 25 chez l'otarie, au milieu du tapis, et chez le chat de 20 à 30, donnant une épaisseur totale de $0^{mm}1$ à $0^{mm}2$. Ces différents étages ou couches d'iridocytes sont séparés les uns des autres par de minces cloisons lamineuses, n'ayant guère que 1 μ d'épaisseur, et se présentant par suite sur les coupes perpendiculaires comme de minces filaments. Ces cloisons ne sont pas isolées dans toute leur étendue, mais elles peuvent parfois s'anastomoser entre elles, c'est-à-dire que deux cloisons voisines, l'une supérieure, l'autre inférieure, convergent l'une vers l'autre, s'accolent et se continuent au delà sous forme d'une lame unique. On ne saurait mieux comparer l'ensemble de cette trame qu'à une sorte de pâte feuilletée, ou encore à la disposition qu'affectent les différentes lames du tissu cornéen. Il résulte de là que les iridocytes qui occupent les angles de réunion ou d'accolement, s'amincissent sur un de leurs bords, pour s'adapter à l'espace en forme de coin que limitent les lames entre elles.

Nous avons vu que la couche fondamentale était bordée en dedans par la membrane chorio-capillaire. Extérieurement, elle se continue avec la couche des gros vaisseaux, dont elle reste toutefois séparée chez l'adulte par une couche plus ou moins continue de cellules pigmentées. Sur les bords du tapis, les iridocytes augmentent peu à peu d'épaisseur, en même temps que le nombre des étages diminue. Les cloisons lamineuses deviennent plus épaisses et, finalement, la couche fondamentale est remplacée par celle des gros vaisseaux, qui reprend sa place ordinaire en dehors de la membrane chorio-capillaire.

Le tapis ne renferme pas de vaisseaux qui lui soient propres, mais il est traversé par des capillaires verticaux qui alimentent le réseau superficiel de la choroïde. Ces capillaires se distinguent particulièrement bien sur les pièces injectées, ou encore sur les coupes perpendiculaires de la choroïde (fig. 9

et 10). On voit dans ces conditions de fins conduits partir des gros vaisseaux de la couche sous-jacente, traverser normalement toute l'épaisseur de la couche fondamentale, et s'aboucher par une sorte d'entonnoir dans le réseau superficiel. Ces capillaires ne se ramifient pas, et surtout ne fournissent jamais de branches horizontales dans le tissu cérulescent. Ils représentent uniquement des voies verticales de communication entre les artérioles et veinules de la couche des gros vaisseaux et le réseau superficiel de la choroïde.

La distance entre deux capillaires voisins est en moyenne de 50 à 60 μ. Il résulte de ce fait, vu les dimensions des iridocytes (40 à 50 μ), que chacun de ces éléments se trouve forcément en rapport par un point de sa périphérie avec un capillaire. La coupe horizontale du tapis de l'otarie que nous avons figurée, planche XVIII, fig. 8, et qui représente un étage d'iridocytes, donne une idée assez exacte de cette disposition. Les cellules irisantes s'y montrent légèrement échancrées au pourtour des capillaires, limitant ainsi un orifice circulaire, dans lequel on remarque la coupe d'un vaisseau. Ces échancrures, occupent ordinairement l'un des angles de l'élément; parfois aussi, mais bien plus rarement, elles se trouvent sur le milieu d'un des côtés. Les coupes normales du tapis (fig. 9), tout en montrant la relation qui existe entre les conduits verticaux et les gros vaisseaux de la couche sous-jacente, ne sauraient être utilisées pour évaluer la distance qui sépare deux capillaires.

L'existence de ces capillaires verticaux au milieu des cellules irisantes, rend compte de l'aspect que présente la surface de la choroïde, quand on la soumet aux imprégnations des sels d'argent. Si l'on vient, en effet, à traiter par une solution de nitrate d'argent à 3 pour 1000 le fond de l'œil d'un carnassier (chat), après avoir préalablement enlevé la rétine, et qu'ensuite on abrase la surface nitratée du tapis, on observe, sur la portion ainsi détachée, ce qui suit : superficiellement, on distingue une couche continue de petites cellules régulièrement hexagonales, de 20 μ de diamètre; puis, au-dessous, plusieurs étages superposés de grandes cellules (40 μ), au milieu desquelles appa-

raissent de distance en distance des sortes d'entonnoirs offrant une teinte foncée sous l'influence du nitrate d'argent. D'après ce que nous venons de voir, la couche superficielle de petites cellules, seule continue, représente la couche épithéliale de la rétine restée adhérente, tandis que les couches sous-jacentes répondent aux différents plans de cellules irrisantes, dont les capillaires verticaux se projettent sous forme d'entonnoirs, quand on les regarde de la surface de la choroïde. Il est à remarquer que, dans une pareille préparation, les cellules épithéliales des vaisseaux de la membrane chorio-capillaire ne sont pas généralement délimitées ; pour les mettre en apparence, il faut recourir à des imprégnations très-prolongées.

3° La *couche des gros vaisseaux* de la choroïde ne nous a rien offert de spécial, non plus que les nappes superposées de la *lamina fusca.*

Développement du tapis. — Le tapis des carnassiers apparaît fort tardivement. Sur l'embryon de chat de 7 centimètres, on n'aperçoit encore, en arrière de la couche épithéliale de la rétine, qui se montre ici pigmentée dans toute son étendue, aucune différenciation dans le tissu lamineux périphérique permettant de distinguer une couche fondamentale cérulescente. Il faut aller jusqu'aux environs de la naissance pour trouver cette couche sensiblement délimitée. A cette époque, chez le chat, elle mesure à peu près la même épaisseur que chez l'adulte, c'est-à-dire 1 à 2 dix. de millimètre. Les iridocytes sont déjà étagés entre les capillaires verticaux, distants seulement de 30 μ ; toutefois ces éléments sont encore loin d'avoir atteint leur complet développement. Ils se présentent isolés, comme de petites masses irrégulières, légèrement déprimées, nucléées, mesurant en largeur 20 μ, c'est-à-dire environ la moitié du diamètre des mêmes cellules chez l'adulte. Chez le lionceau qui vient de naître, la forme des iridocytes est un peu plus accusée, mais on n'y distingue encore aucune trace d'aiguilles (fig. 4). Le noyau est relativement volumineux, à granulations foncées. La substance de ces éléments est légèrement réfringente, et rappelle un peu à cette époque celle des cellules

dites interstitielles du testicule et de l'ovaire. Comme cette dernière, elle se colore difficilement par le carmin, tandis que l'acide picrique la teint en jaune presque instantanément. Les iridocytes du chien nouveau-né présentent les mêmes réactions (fig. 5).

A sa partie externe, la couche fondamentale n'est pas encore nettement limitée. Elle se continue graduellement avec les nappes de fibres lamineuses qui composent en partie la couche des gros vaisseaux de la choroïde. On voit peu à peu les cellules irisantes s'écarter les unes des autres, et devenir moins abondantes, tandis que les minces lames de tissu conjonctif intercellulaire augmentent graduellement d'épaisseur.

D'après Max Schultze, les aiguilles n'apparaîtraient dans les irodocytes du jeune chat que de trois à cinq semaines après la naissance. Chez le chat d'un mois, les cellules irisantes accusent déjà une forme polygonale, et renferment des aiguilles, bien que celles-ci soient encore peu nombreuses et éparses à l'intérieur du corps cellulaire (voy. fig. 3, *a*).

Les iridocytes représentent donc une modification directe des cellules du feuillet moyen dont le corps cellulaire a subi une évolution spéciale, amenant la production de nombreuses aiguilles dans son épaisseur.

II. — Tapis fibreux.

On rencontre le tapis fibreux chez presque tous les ruminants (bœuf, mouton, chèvre, cerf, chameau, etc.), chez le cheval, chez l'éléphant, etc. Nous l'avons étudié, pour notre part, chez le bœuf, le mouton, le cheval et le marsouin. Sa disposition générale, sensiblement uniforme chez tous ces animaux, est la même que celle du tapis cellulaire, avec cette différence toutefois que, dans la couche fondamentale, les iridocytes sont remplacés par des faisceaux aplatis de fibres lamineuses. Cette couche est, du reste, également traversée par des capillaires verticaux qui vont alimenter le réseau superficiel de la choroïde. Nous

nous trouvons donc en présence des mêmes couches superposées dans le même ordre :

Épithélium rétinien

1° Membrane chorio-capillaire 2° Couche fondamentale 3° Couche des gros vaisseaux et *lamina fusca*	Choroïde.

Nous n'insisterons ici, en ce qui concerne ces différentes couches, que sur les dispositions spéciales qu'elles affectent dans le tissu fibreux, renvoyant pour le restant de leur description à ce que nous en avons dit à propos du tapis cellulaire.

Épithélium rétinien. — Il a la même structure que celui des carnassiers, sans empreinte du réseau vasculaire sous-jacent. Les cellules sont légèrement chargées de granulations pigmentaires (cheval); celles-ci augmentent à la limite du tapis.

1° *Membrane chorio-capillaire.* — Cette membrane se laisse facilement décomposer en couche de Ruysch et en couche vasculaire.

La couche de Ruysch se présente chez le cheval comme une lame continue, très-mince, portant un dessin de fines lignes brillantes entre-croisées; parfois plusieurs de ces lignes semblent émaner d'un petit carrefour à figure étoilée. Elles résistent à l'action du carmin et de l'acide picrique.

La couche vasculaire est formée, comme chez les carnassiers, d'un réseau de larges capillaires sanguins, avec une matière amorphe interposée.

2° *Couche fondamentale.* — Elle se compose de faisceaux de fibres lamineuses très-fines, aplatis parallèlement à la surface de la choroïde, et terminés en pointe à leurs deux extrémités (1). Leur longueur est environ de deux à trois dixièmes de millimètre. On les isole facilement chez le mouton et le marsouin. Ils forment une série de couches superposées

(1) Ces faisceaux sont peut-être assimilables aux aiguilles rigides, d'épaisseur notable (3 à 4 μ), qu'on trouve dans la paroi de la vessie natatoire des poissons, et qui, dans certains cas, peuvent être également décomposées en fibrilles très-fines. Ces aiguilles, disposées parallèlement les unes aux autres, réfléchissent la lumière en lui donnant des reflets argentés bien connus.

en nombre variable, entre lesquelles on remarque sur les coupes quelques corps fibroplastiques (fig. 13).

Extérieurement et latéralement, cette couche se comporte comme celle du tapis des carnassiers, c'est-à-dire que les nappes de fibres lamineuses font place peu à peu aux différents éléments de la couche des gros vaisseaux. Son épaisseur totale est de 1 à 2 dixièmes de millimètre. Les capillaires verticaux qui la traversent sont distants de 80 μ.

Développement du tapis fibreux. — A l'origine la couche fondamentale du tapis fibreux est uniquement constituée de cellules; mais, à mesure que le développement progresse, on voit des faisceaux de fibres lamineuses se mêler aux cellules et les écarter les unes des autres. Ces faisceaux augmentent peu à peu de nombre et de volume, et finalement prédominent sur les éléments cellulaires, qu'ils refoulent dans leur intervalle.

Sur l'embryon de mouton de 18 centimètres, les cellules, encore abondantes dans la portion qui représentera plus tard la couche fondamentale du tapis, offrent un aspect caractéristique. Elles sont sphériques ou pyriformes, assez analogues aux cellules du corps vitré de l'embryon. Le noyau est volumineux, clair à sa périphérie, avec des granulations au centre. Le corps cellulaire réfringent, est réduit à une mince lame entourant circulairement le noyau, ou s'étirant en une sorte de cône effilé à l'une de ses extrémités ; il est toujours nettement limité dans ses contours. Ainsi constitués, ces éléments se différencient à première vue des cellules qu'on rencontre dans la couche des gros vaisseaux sous-jacente, et dont le corps cellulaire, volumineux et finement granuleux, se montre déchiqueté sur ses bords, comme, en général, dans toutes les cellules du tissu lamineux proprement dit (fig. 12). Nous avons essayé de représenter dans la figure 11 plusieurs des formes qu'affectent ordinairement ces cellules.

Il est très-difficile d'établir la relation directe qui existe entre les éléments cellulaires du tapis et les faisceaux effilés de fibres lamineuses qui apparaissent dans la suite. Toutefois, il nous a semblé, par la comparaison des différents aspects obtenus dans

nos préparations, que ces faisceaux, s'ils ne sont par une modification de la substance même des cellules, se forment du moins à leur contact, mais sans envelopper l'élément : les faisceaux de fibres lamineuses observés plus tard ne renferment iamais de cellules dans leur épaisseur.

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE XVII.

Fig. 1. — Iridocytes du tapis de l'otarie, isolés après macération prolongée dans la liqueur de Müller, et présentant des échancrures vasculaires. Nachet, obj. 7, ocul. 2.

Fig. 2. — Iridocytes du jeune blaireau avec des noyaux nucléolés; coloration à l'éosine. Nachet, obj. 7, ocul. 2.

Fig. 3. — Trois stades successifs de l'évolution des iridocytes chez le chat.

a, Iridocyte chez le chat d'un mois;
b, — chez le jeune chat;
c, — chez le chat adulte.
d, Fragment d'un iridocyte (chat adulte), montrant la disposition des aiguilles d'apparence cristalline. Nachet, obj. 7, ocul. 2.

Fig. 4. — Iridocytes chez le lionceau à la naissance. Nachet, obj. 7, ocul. 2.

Fig. 5. — Iridocytes chez le chien nouveau-né. Nachet, obj. 7, ocul. 2.

Fig. 6. — Membrane chorio-capillaire du tapis de l'otarie. Le réseau vasculaire est englobé dans une couche de matière amorphe sans noyaux. Nachet, obj. 5. ocul., 2.

Fig. 7. — Cellules épithéliales de la rétine du jeune blaireau, portant l'empreinte du réseau vasculaire sous-jacent; la préparation a été fortement colorée à l'hématoxyline. Nachet, obj. 5, ocul. 2.

PLANCHE XVIII.

Fig. 8. — Coupe du tapis de l'otarie, faite parallèlement à la surface de la choroïde et montrant la relation entre les capillaires verticaux et les iridocytes; cette coupe ne comprend qu'un seul étage de cellules irisantes. Nachet, obj. 7, ocul. 2.

Fig. 9. — Coupe normale du tapis de l'otarie.

a, Membrane chorio-capillaire.
b, Couche fondamentale composée d'iridocytes et traversée par des capillaires verticaux.
c, Couche des gros vaisseaux. Nachet, obj. 5, ocul. 2.

Fig. 10. — Coupe normale du tapis chez le chat nouveau-né. La même interprétation que pour la fig. 9. Nachet, obj. 5, ocul. 2.

Fig. 11. — Cellules provenant de la couche fondamentale du tapis d'un embryon de mouton de 18 ctm.

Fig. 12. — Cellule du tissu conjonctif, prise dans la couche des gros vaisseaux chez le même embryon.

Fig. 13. — Coupe normale du tapis chez le mouton adulte.

a, Membrane chorio-capillaire; on distingue nettement à sa surface la membrane de Ruysch.

b, Couche fondamentale formée de faisceaux lamineux entre lesquels on trouve quelques rares cellules.

c, Couche des gros vaisseaux. Nachet, obj. 5, ocul. 2.

Fig. 14. — Coupe normale du tapis chez un embryon de mouton de 15 centimètres. La coupe comprend, en plus de la choroïde, la couche épithéliale de la rétine *d*. Même explication des lettres que dans la fig. précédente.

RECHERCHES HISTOLOGIQUES

SUR

L'ANATOMIE NORMALE DE LA PEAU DE L'HOMME

Par CH. REMY

(PLANCHES XIX à XXII.)

Nous extrayons, d'une thèse présentée à la Faculté de médecine sous ce titre, les passages suivants :

Sur un embryon humain de 2 centimètres, ayant déjà ses membres bien conformés, on trouve encore en quelques points le même arrangement épithélial que sur l'embryon du troisième jour de poulet. Une couche profonde est formée de cellules dont les parois très-minces sont difficiles à limiter; les noyaux de volume inégal remplissent presque la cellule. Une couche superficielle est formée par des cellules plates ayant un noyau aplati (voy. pl. XIX, fig. 1).

La couche profonde prend dès lors le rôle générateur et reproducteur qui la caractérisera pendant toute la vie de l'homme. Ses cellules se multiplient et se superposent; les unes, adhérentes au derme, présentent les caractères que nous venons d'indiquer; les autres, contiguës à la couche de cellules plates, sont de forme irrégulière, polygonale. Elles ont un gros noyau, et un contenu plus granuleux que précédemment. A cet âge de l'épiderme, ses deux faces sont lisses et sans prolongements.

Sur un embryon de 10 centimètres, l'épiderme a augmenté en épaisseur comme en étendue. Il n'existe encore aucun prolongement pour les papilles, mais la matrice de l'ongle est indiquée par un repli de l'épiderme. A cette époque, on peut distinguer à l'épiderme ses trois couches définitives (pl. XIX, fig. 2), la couche génératrice, formée de cellules cubiques déjà décrites; la couche de Malpighi, dont les cellules sont plus grosses, plus irrégulières, polygonales; la couche externe, qui sera la couche des cellules cornées. Ces dernières tendent à être remplies par de fines granulations. Quelques-unes perdent leur noyau par un mécanisme bien décrit par M. le professeur Ch. Robin (*Sur une particularité du développement des cellules épidermiques superficielles dans le fœtus*, in *Journal de la physiologie de l'homme et des animaux*. Paris, 1861, p. 228, pl. X, et *Anatomie et physiologie cellulaires*, page 74).

Vers le quatrième mois, vont paraître les papilles et les annexes de l'épiderme. C'est le feuillet externe qui va s'enfoncer dans le derme et limiter les papilles du derme, pendant qu'aux dépens de la couche génératrice vont naître des bourgeons épithéliaux. Nous n'avons constaté dans le derme aucune

modification antécédente qui fit prévoir le lieu d'apparition des papilles; le réseau vasculaire n'est pas modifié. Il est en effet conforme aux lois générales du développement que les vaisseaux ne précèdent pas l'organe, mais paraissent après lui pour subvenir à sa nutrition (Ch. Robin).

A ce moment, la couche cornée est constituée par deux rangs de cellules; la couche de Malpighi n'a pas changé; la couche génératrice seule est intéressante à examiner (V. pl. XIX, fig. 3, 4, 5). Cette couche génératrice se présente sous l'aspect déjà connu d'une lame amorphe semée de noyaux; en réalité, elle est constituée par des cellules à parois très-minces et transparentes. Les noyaux qu'on y rencontre sont de volume inégal; quelques-uns sont en scissiparité. Il y a quelquefois deux noyaux dans une cellule. Cette couche s'épaissit sur des points limités. Des noyaux s'accumulent, et forment des saillies de plus en plus apparentes. Ainsi se développent les origines communes des prolongements épidermiques interpapillaires, des glandes et des poils, mais le derme ne participe aucunement à cette néoformation (pl. XIX, fig. 3); il est passif.

Le premier lieu d'apparition des papilles semble être la paume des mains et la plante des pieds. C'est du moins ce que nous avons observé sur des préparations de M. Tourneux. La face profonde de l'épiderme paraît dentelée par l'apparition à égale distance des bourgeons épithéliaux; mais la longueur et la forme des bourgeons varie : les uns sont courts, coniques, et ont leur forme définitive; les autres, allongés en forme de massue, pénètrent l'épaisseur du derme, ils sont l'origine des glandes sudoripares. Enfin il existe des bourgeons arrondis dont la destination nous est inconnue.

Les véritables prolongements interpapillaires mesurent en hauteur à peine le double de l'épiderme.

Formation des glandes sudoripares. — Pour être sûr que nous n'avions affaire qu'à des glandes sudoripares en développement, nous avons choisi pour sujet de notre étude la région palmaire, où il n'existe que cette seule espèce de glande (pl. XIX, fig. 4).

Les bourgeons épithéliaux formateurs de ces glandes apparaissent à la paume des mains en même temps que les papilles; dans les autres points du corps, ils les précèdent. Le développement des glandes sudoripares ne se fait pas d'un seul coup, mais successivement sur les différents points du corps; au cinquième mois de la vie intra-utérine, nous remarquons, à côté de chaque bourgeon piligène du cuir chevelu, un bourgeon adénogène.

Ces bourgeons s'enfoncent perpendiculairement dans le derme comme une papille prolongée; après une course inégale, ils se renflent en massue. Le bourgeon est plein; il ne se creusera que beaucoup plus tard, vers le septième mois de la vie intra-utérine. En même temps il s'allongera, s'incurvera en forme de crosse, et sur cette crosse paraîtront des flexuosités qui constitueront la glande définitive (1).

Les cellules de ces bourgeons, dérivées des cellules de la couche génératrice de l'épiderme, offrent tous les caractères de ces dernières. Les cellules de la périphérie du bourgeon sont plus serrées les unes contre les autres; celles du

(1) Sappey : *Traité d'anatomie descriptive* t. III, p. 550.

centre plus lâches. Ce sont ces dernières qui se ramollissent pour former la cavité de la glande, et le conduit glandulaire reste formé par les cellules de la couche génératrice, ce qui explique qu'on puisse voir quelquefois plusieurs noyaux dans les cellules qui le composent.

Formation des poils. — En même temps que les papilles et les glandes sudoripares, mais en des points différents, paraissent les rudiments des poils : c'est surtout vers la fin du quatrième mois qu'on peut bien étudier leur développement. C'est encore par un bourgeonnement de la couche génératrice de l'épithélium que se forme le poil. Tout d'abord ce bourgeon épithélial ressemble en tout aux bourgeons que nous avons vus former les papilles et les glandes. Il s'enfonce comme un doigt dans le derme, dont il repousse les couches superficielles devant lui. Il ne prend pas la forme de massue comme celui des glandes sudoripares (Pl. XX, fig. 9, 10, et 11).

Au niveau du sommet du prolongement épidermique, lorsque celui-ci a acquis une certaine longueur, on voit la membrane dermique enveloppante s'épaissir, et dans cet épaississement apparaissent des noyaux qui augmentent de nombre, et refoulent le bourgeon épithélial de dedans en dehors, jusqu'à ce que se soit formée une véritable papille. A mesure que ce nouveau bourgeon dermique se développe, le bourgeon épithélial s'aplatit, puis s'excave en forme de cul de bouteille. Enfin, la papille dermique, conique d'abord, pénètre complétement le bourgeon épithélial qui la coiffe (Pl. XX, fig. 11 ; Pl. XXI et XXII, fig. 16).

Formation du poil proprement dit. — A partir de ce moment, le bulbe (*capitulum pili* de Malpighi) est constitué, et le poil ou produit va se montrer.

Le bourgeon pileux ressemble à une gourde à long goulot, dont la partie renflée loge la papille dermique. Dans la partie rétrécie, la disposition des cellules épithéliales reproduit l'arrangement cutané. A la périphérie se rangent des cellules étroites, remplies par leur noyau, cellules qui jouissent d'une propriété génératrice active ; à la partie centrale, il existe un amas de cellules irrégulièrement disposées qui ressemblent à celles de la couche de Malpighi : elles sont moins pressées, et déjà à la deuxième phase de leur développement.

Les cellules de la périphérie sont en effet celles qui contribuent le plus activement à la formation du poil. Ces cellules, qui tendent toujours à conserver la perpendiculaire à leur plan d'insertion, après avoir tapissé les parois de la gaîne et le cul-de-sac circulaire autour de la papille, se trouvent au sommet de la papille, verticales et dans l'axe du follicule (Pl. XX, fig. 11). C'est l'allongement de ces cellules, en même temps qu'une modification de leur consistance, qui va produire le poil. La partie du corps cellulaire qui est située au-dessus du noyau s'allonge, s'effile et devient transparente. Par sa partie profonde, le noyau donne naissance à une nouvelle cellule, et ainsi de suite se fera l'accroissement en longueur du cheveu, les cellules plus âgées étant constamment repoussées par une génération de jeunes cellules.

Un très-petit nombre de cellules, deux ou trois seulement, subissent primitivement la transformation dont nous parlons Ces cellules s'accolent par leur

pointe, et elles constituent la pointe du cheveu, que sa transparence rend visible sur l'axe du bourgeon pileux ; puis le nombre des cellules transformées simultanément augmente, et ainsi se produit l'augmentation du poil en diamètre et son élongation. La pointe du poil s'avance donc vers l'épiderme, en même temps que la gaîne du poil se développe, et que le bulbe s'enfonce dans la profondeur du derme.

Parfois le poil ne perce l'épiderme qu'avec peine, sa pointe se recourbe alors légèrement.

Peu à peu on reconnaît sur la paroi du follicule les trois couches de l'épiderme, et un peu plus tard ces trois couches peuvent être retrouvées, mais en sens inverse, sur le poil.

Le premier cône transparent dont nous avons parlé, ne tarde pas à être pénétré par un deuxième cône encore transparent, et en descendant vers la papille du poil, on constate l'existence d'un troisième cône inclus, formé de cellules chargées de granulations pigmentaires. (Voir Pl. XXI et XXII, fig. 16.)

Le cône supérieur constitue la couche cornée du poil, qui diminuera d'épaisseur; c'est la cuticule du poil.

Le cône moyen est formé par la couche de Malpighi ; ses éléments ne feront qu'augmenter de nombre, ils donneront au poil son volume et sa solidité.

Enfin le cône inférieur, qui repose sur la papille du derme, et qui est formé de cellules chargées de pigment, représente la couche génératrice du poil. Celle-ci restera stationnaire si le poil reste à l'état de duvet ; elle augmentera considérablement au contraire, et formera la matière médullaire des poils, qui atteindront leur développement complet. Kölliker a décrit pour les poils du fœtus une sorte de mue qui s'accomplirait avant la naissance et se continuerait quelque temps après. Il pense que les poils sont régénérés pour la plupart par le même bulbe, toutefois il décrit aussi des bulbes supplémentaires pour les cils. Ch. Robin en a constaté sur les poils de différentes régions. (Voyez pl. XXI et XXII, fig. 16.)

Glandes sébacées. Sebum. — Les glandes sébacées apparaissent en même temps que la pointe des poils. (Pl. XX, fig. 12 ; pl. XXI et XXII, fig. 16.)

Elles naissent du bourgeon du poil lui-même et de cette couche épithéliale adjacente au derme, que nous avons appelée génératrice.

Le partie cylindrique du bourgeon piligène présente vers le milieu de sa longueur un ou deux renflements latéraux. Ces renflements, véritables bourgeons épithéliaux, présentent l'aspect et les caractères communs à tous ceux que nous avons décrits jusqu'ici. Ils repoussent la membrane limitante du derme, et acquièrent un plus ou moins grand développement. Ce sont au débat des bourgeons pleins dont les cellules centrales n'ont pas encore subi l'infiltration graisseuse.

EXPLICATION DES PLANCHES.

Planche XIX.

Fig. 1. — Gross. 700 D. Peau d'un embryon humain long de 2 centimètres.
c. Cuticule épidermique. — *g*. Couche de cellules épithéliales dite génératrice. — *r*. Cellule ronde du feuillet moyen. — *f*. Corps fusiforme. — *s*. Globule sanguin.

Fig. 2. — Peau d'un embryon long de 10 centimètres. *c*. Cuticule dont les cellules sont vues de face et de profil. — *g*. Couche génératrice formée par des cellules qui sont en voie de multiplication. — *b*. Basement-membrane.

Fig. 3. — 480 D. Fœtus de 4 mois, cuir chevelu. *c*. Couche cornée de l'épiderme. — *m*. Cellules polygonales. — *g*. Couche génératrice qui s'épaissit pour former un bourgeon.

Fig. 4. — 260 D. Fœtus de 18 centimètres. *c*. *m*. *g*. Comme fig. 3. *p*. Prolongement épidermique. — *g*. Glande sudoripare. — *r*. Cellule ronde du derme. — *f*. Corps fusiforme. — *e*. Fibres élastiques. Des filaments déliés et rectilignes représentent les fibrilles lamineuses. — *v*. Vaisseaux sanguins.

Fig. 5. — 700 D. Cellules épithéliales des prolongements épidermiques.

Fig. 6. — 480 D. Couche épidermique de l'adulte. *c*. Couche cornée. — *m*. Couche de Malpighi. — *g*. Couche génératrice. Cellules de la couche génératrice avec deux noyaux, les unes libres, les autres adhérentes à la basement-membrane; une cellule de la couche de Malpighi à parois dentelées.

Fig. 7. — Coupe du pannicule adipeux d'un doigt pour montrer que la graisse de l'adulte est peu vasculaire et que les vaisseaux qui la traversent se rendent aux glandes. Les vaisseaux sont marqués d'un trait noir. *s*. Glande sudoripare.

Fig. 8. — Terminaison des fibres musculaires lisses par des fibres lamineuses qui constituent de petits tendons. Cette figure contient un vaisseau entouré de cellules rondes. *s*. Glande sudoripare.

Planche xx.

Fig. 9. — 480 D. Bourgeon épithélial piligène, né de la couche épidermique génératrice. *g*. D. Bourgeon dermique correspondant.

Fig. 10. — Basement-membrane du bourgeon piligène isolée.

Fig. 11. — Bourgeon piligène qui montre l'arrangement des cellules de la couche génératrice et leur allongement vertical.

Fig. 12. — Bourgeon d'une glande sébacée avec sa basement-membrane.

Fig. 13. — Figure sur laquelle on peut suivre la couche cornée de l'épiderme, s'enfonçant dans la gaîne du cheveu (écailleuse au-dessus de la glande sébacée, transparente au-dessous), puis se réfléchissant pour envelopper le cheveu. *s*. Glande sébacée avec sa membrane amorphe. Ce cheveu est pris à la périphérie d'une zone de calvitie sur un homme d'environ 40 ans.

Fig. 14. — Coupe de la peau d'une femme de 83 ans qui présentait, de distance en distance, sur la face dorsale des mains et des avant-bras, des plaques surélevées d'un diamètre de 1 millimètre, à bords mal limités, irréguliers, uniformément colorées en brun foncé. Les plaques étaient composées de prolongements en forme de massue partis de la couche génératrice, à cellules gonflées et dilatées avec accumulation de pigment.

Planches xxi et xxii.

Fig. 15. — Coupe de la peau de la région sous-maxillaire d'un homme d'environ 60 ans, grossie 45 fois. — *a*, *b*. Le derme, épais de 1 millimètre environ, avec de courtes papilles et recouvert de l'épiderme (*a*), dont on suit la continuité dans les follicules pileux. — *b*. Face profonde du derme. — *c*, *d*. Tissu adipeux sous-cutané avec cloisons et faisceaux lamineux. — *e*. Glande sébacée d'une largeur totale de $1^{mm},25$, à culs-de-sac multiples se jetant sur le pourtour du follicule (*v*) d'un poil du duvet (*u*), sortant par un orifice élargi, infundibuliforme. — *t*, *t*. Très-petits follicules du duvet recevant une glande sébacée, formée d'un seul cul-de-sac renflé, lagéniforme, s'abouchant par un étroit canal dans le follicule au niveau de la face profonde du derme. — *q*. Follicule analogue et petit poil du duvet sortant par le même orifice qu'un poil

de barbe, avec une glande sébacée à cul-de-sac unique. — *p*. Disposition anatomique semblable à la précédente, mais avec le poil de barbe sortant seul par l'orifice élargi du follicule; orifice dans lequel se jette une glande formée d'un seul cul-de-sac, sans trace du follicule ni du poil du duvet existant ailleurs (*q*). — *k*, *l*, *m*. Poils de barbe sur lesquels on distingue successivement la paroi propre du follicule (*k*), sa papille ou bulbe (*x*), son épiderme (*y*) et sa gaîne interne hyaline (*z*), puis le poil (*p*, *q*, *r*, *s*). Deux, trois et même quatre petites glandes, à un seul ou à plusieurs culs-de-sac renflés, s'abouchent dans le follicule pileux par leur canal excréteur propre, soit au niveau de la face profonde du derme (*j*), soit plus bas. Ce canal excréteur a de $0^{mm},08$ à $0^{mm},15$ de largeur et une longueur de 2 à 4 dixièmes de millimètre. Les culs-de-sac, uniques ou multiples, ont de 3 à 8 dixièmes de millimètre d'épaisseur vers leur fond. Les gouttes d'huile qu'ils renferment les rendent foncés, peu transparents, jaunâtres sous le microscope. Leur paroi propre, homogène, hyaline, est très-distincte. — *r*. Matière pâteuse, blanchâtre, accumulée autour d'un poil, distendant le follicule pileux et sortant par son orifice. Elle est formée principalement d'un mélange de cellules épithéliales, irrégulièrement plissées, et de gouttes huileuses. — *f*, *g*, *h*. Glomérules sudoripares à conduit plus ou moins spiroïde, traversant le tissu adipeux et la peau pour s'ouvrir à la surface de l'épiderme (*o*, *o*). — *i*. Glandes sudoripares d'une deuxième espèce non décrites au cou et en d'autres régions, où elles se trouvent pourtant dans la proportion de sur 6 à 10 des précédentes. Leur glomérule est sphéroïdal, épais de 1 millimètre à 1 millimètre et demi (celui des autres est ovoïde, long de 8 à 9 dixièmes de millimètre, large de 3 à 5 dixièmes). Leur tube est large de $0^{mm},110$, tapissé de cellules polyédriques assez volumineuses (celui des follicules à petits glomérules est large de $0^{mm},055$ à $0^{mm},059$). Une mince couche de tissu cellulaire forme une enveloppe extérieure à ces gros glomérules (*i*). Le conduit excréteur de ceux-ci s'ouvre (*u*) entre deux papilles comme celui des petits glomérules.

Fig. 16. — Follicules et glandes des poils du bras en voie de développement sur un fœtus de quatre mois. Gr. 300 diam. — *a*. Orifice épidermique du follicule se produisant après que du sébum (*h*) réfractant fortement la lumière s'est accumulé déjà dans le canal au-devant de la pointe du poil. — *b*. Noyaux des cellules épidermiques de la rangée superficielle (voy. Ch. Robin, *Journal de la physiologie*, Paris, 1861, p. 228, pl. X). — *f*. Follicule pileux dont la paroi propre est formée de tissu cellulaire mou, transparent, riche en noyaux. La couche épithéliale tapissant cette paroi et la papille est formée de cellules polyédriques nettement délimitées. — *g*. Poil formé de cellules cohérentes (encore nettement reconnaissable avec un fort grossissement) et entouré de la gaîne hyaline folliculaire interne. — *e*. Follicule pileux de remplacement dérivant du précédent et en voie de production par extrorsion épithéliale dans l'épaisseur du tissu cellulaire, mais encore sans papille. — *c*, *d*. Autre follicule se produisant de la même manière, mais entouré déjà d'une couche propre de tissu cellulaire et montrant le début de la genèse du bulbe (*d*); les cellules épithéliales pileuses remplissent la cavité, elles sont encore distinctes et nucléées, quoique assez fortement cohérentes. — *i*. Glande sébacée commençant à se développer par extrorsion de l'épithélium du grand follicule pileux (*f*, *a*). Elle montre déjà deux cellules pleines de gouttelettes huileuses. — *j*. L'autre glande pileuse, plus développée, commençant à produire un second cul-de-sac et contenant plusieurs cellules épithéliales sébacées.

Fig. 17. — Cellules épithéliales sécrétantes des glandes sébacées de la figure 15. Cette forme allongée des cellules se voit surtout vers le point de réunion des culs-de-sac en canal excréteur.

Fig. 18. — Cellules ordinaires du fond des culs-de-sac de ces mêmes glandes, pleines aussi de gouttes de sébum.

DES ALTÉRATIONS ANATOMIQUES

DES

GANGLIONS LYMPHATIQUES

DANS

LA SYPHILIS, LA SCROFULE, LA TUBERCULOSE, LA DÉGÉNÉRESCENCE AMYLOÏDE ET LES TUMEURS

PAR

M. V. CORNIL

Médecin de l'hôpital de Lourcine.

PLANCHES XXIII à XXVI.

Les ganglions lymphatiques offrent un grand intérêt dans la compréhension générale de la pathologie. Ayant très-peu de maladies primitives, car l'hypertrophie ganglionnaire de l'adénie est, croyons-nous, la seule lésion importante et assez commune qui s'y développe primitivement, ils reproduisent purement et simplement, dans leur tissu, les lésions des organes avec lesquels ils sont en relation par leurs vaisseaux afférents. Ils emmagasinent et retiennent emprisonnés, pendant un certain temps, les produits pathologiques spéciaux qu'ils ont reçus, de telle sorte qu'ils offrent une barrière qui résiste quelquefois longtemps avant d'être rompue, et avant que l'économie tout entière soit infectée ensuite par le moyen de leurs vaisseaux lymphatiques efférents.

Au point de vue de l'histologie pathologique, qui doit seule nous occuper ici, les ganglions sont intéressants, parce que la structure de leur tissu est simple et connue, parce que les diverses inflamations communes ou spéciales, les tumeurs et productions nouvelles, toutes consécutives, se manifestent dans ce tissu dépouillées des complications qui les masquent

dans d'autres organes plus complexes. Aussi les ganglions sont-ils un excellent terrain pour étudier la pathologie dans ce qu'elle a de plus général, et en particulier pour définir et différencier les unes des autres les diverses productions pathologiques. Par exemple, c'est dans les ganglions qu'on peut le mieux vérifier cette loi : qu'une tumeur se reproduit toujours loin du lieu primitivement affecté, avec les mêmes caractères histologiques que présentait la tumeur primitive.

Malgré l'intérêt qui s'y rattache, les lésions pathologiques de ces glandes, même les plus vulgaires et les plus importantes, sont loin d'être bien connues (1); nous ne voulons pas présenter ici un cadre complet de leur pathologie, mais bien publier seulement le résultat de nos recherches récentes sur quelques-unes de leurs altérations, en particulier sur celles qui sont dues à la syphilis, à la scrofule et à la tuberculose.

Nous n'avons pas l'intention de faire l'étude de la structure normale des ganglions. Il nous suffira de rappeler que les ganglions sont formés par un tissu réticulé fin (tissu finement réticulé des follicules et des cordons funiculaires), contenant dans ses mailles les cellules lymphatiques ; tissu entouré partout par un tissu caverneux composé de fibrilles et de mailles plus larges, dans lesquelles cheminent et où viennent se terminer les voies lymphatiques (vaisseaux et voies lymphatiques, sinus péri-folliculaires). Le ganglion ainsi composé est entouré d'une coque fibreuse, qui se continue avec le tissu conjonctif du hile

(1) Parmi les monographies et mémoires récemment parus où il est question de l'anatomie pathologique des ganglions, nous citerons :

Oscar Schuppel : *Untersuchungen über Lymphdrüsen-Tuberkulose sowie über die damit verwandten und verwechselten Drusenkrankheiten.* Tubingen 1871, mit 4 Tafeln.

Malassez : *Lymphadenôme des ganglions, in* Société anatomique, page 70, 1872. *Hypertrophie généralisée des ganglions,* même année, page 503.

Baréty : *De l'adénopathie trachéo-bronchique en général.* Paris 1874, A. Delahaye, éditeur, avec 6 planches lithographiées.

Thaon : *Recherches sur l'anatomie pathologique de la tuberculose.* Paris 1873, avec 2 planches lithographiées.

Ducastel : *Anatomie normale et pathologique des ganglions lymphatiques.* Rapport présenté au nom de la commission chargée de l'anatomie normale et pathologique des ganglions lymphatiques. Société anatomique, 1874, page 60.

du ganglion à l'aide des tractus fibreux qui accompagnent les vaisseaux de la capsule jusqu'au hile à travers le ganglion.

Cette structure, que nous indiquons dans ce qu'elle a de plus général, assimile les ganglions au tissu conjonctif. Les fibrilles du tissu caverneux, les sinus et canaux lymphatiques, sont, en effet, tapissés, comme les fibres du tissu conjonctif, par des cellules plates, et le ganglion tout entier communique, comme le tissu conjonctif, avec la circulation lymphatique. Aussi les lésions des ganglions ont-elles beaucoup d'analogie avec celles du tissu conjonctif.

Dans les inflammations et dans la plupart des tumeurs, les ganglions sont atteints consécutivement à une lésion d'un tissu ou d'un organe voisin. Ce sont les vaisseaux lymphatiques qui sont les vecteurs de l'inflammation simple ou spécifique, ou de l'infection par des néoplasmes de diverse nature. Des vaisseaux lymphatiques afférents, les liquides et les éléments cellulaires passent dans les voies et sinus lymphatiques du ganglion et dans le tissu caverneux. C'est dans cette partie du ganglion que se manifestent les premiers phénomènes morbides. Plus tard, si l'inflammation, qu'elle soit simple ou spécifique, persiste, le tissu conjonctif des cloisons fibreuses, qui accompagne les vaisseaux sanguins, est modifié lui-même, et il en résulte une inflammation chronique interstitielle ou cirrhotique dont l'adénite scrofuleuse est le type.

Ces données générales sont très-faciles à vérifier dans les inflammations de diverse nature qui affectent si souvent les ganglions.

1. — ADÉNITE AIGUE SUPPURATIVE.

Dans l'adénite suraiguë intense, consécutive, par exemple, à un phlegmon ou à un œdème inflammatoire d'un membre, alors qu'on peut suivre par la dissection le vaisseau ou les vaisseaux lymphatiques pleins de pus qui s'y rendent, les sinus, les voies lymphatiques et le tissu caverneux du ganglion sont eux-mêmes remplis de pus. Toutes les cavités du ganglion en sont infiltrées comme le seraient les alvéoles d'une éponge.

Dans ce cas, le tissu cellulo-adipeux qui entoure la capsule du ganglion est infiltré de pus ; les vésicules adipeuses sont entourées d'une couronne de cellules lymphatiques ou remplacées par un petit nid de ces cellules. La même infiltration du tissu cellulo-adiheux s'observe aussi autour des cordons lymphatiques afférents distendus par le pus et très-enflammés.

D'après ces données histologiques concernant le début de l'adénite aiguë, il est facile de se rendre compte de la façon dont le ganglion suppure et du mode de formation du pus. Celui-ci entoure la capsule et se rencontre aussi dans le ganglion lui-même, après que les cavités des sinus, énormément distendues, se sont transformées en petits clapiers puriformes, entourant et étouffant le tissu réticulé des follicules.

2. — ADÉNITES SYPHILITIQUES.

Les inflammations subaiguës de cause spéciale présentent des phénomènes analogues, mais avec des variations en rapport avec chaque série spéciale de cas cliniques.

Prenons pour exemple les altérations que subissent les ganglions dans la syphilis. Nous étudierons les ganglions de la première période de la syphilis, ceux qui, restant indurés et trouvant un terrain lymphatique, deviennent des ganglions strumeux, et ceux qui s'hypertrophient dans la période tertiaire, consécutivement aux gommes des organes avec lesquels ils sont en relation.

Adénite syphilitique de la période primitive et secondaire. Il est nécessaire, pour étudier avec fruit l'histologie des ganglions, de les avoir à l'état frais. J'ai eu l'occasion d'observer un ganglion cervical du volume d'une amande enlevé par M. Théophile Anger à la région cervicale chez une jeune malade de la salle Saint-Clément, à Lourcine. Le ganglion s'énucléa très-facilement, car il était entouré d'un tissu cellulaire absolument normal. Sa surface montrait le relief de lobules qui apparaissaient aussi sur sa section. Cette surface de section était grise, et donnait par le râclage un suc un peu lactescent. Les éléments du suc râclé au rasoir ont été traités par l'alcool au tiers et

colorés par le picro-carmin, aussitôt après l'ablation du ganglion.

Ces éléments, dessinés figure 10, pl. XXIV, à un grossissement de 300 diamètres, sont : 1° des cellules lymphatiques normales avec leur noyau rond homogène, possédant un nucléole ; 2° des cellules possédant un gros noyau tantôt rond, tantôt ovoïde, avec une petite quantité de protoplasma grenu autour du noyau, *n*, *o*, figure 10 ; 3° de grandes cellules de forme globuleuse, allongée, plus ou moins rapprochée de la forme sphérique, *a*, *b*, figure 10. Ces cellules contiennent toutes un gros noyau ovoïde, *m*, de 9 à 12 μ, clair et homogène, avec un ou deux nucléoles volumineux. A côté du noyau le plus volumineux, il en existe un, deux, trois ou un plus grand nombre, qui sont le plus ordinairement ronds, plus petits, et qui ne possèdent qu'un seul nucléole. Tous ces noyaux se colorent très-bien en rouge par le picro-carmin. Le protoplasma grenu de ces cellules se termine souvent par un prolongement en pointe. Dans le protoplasma cellulaire, il existe souvent, englobés par lui, des corpuscules rouges du sang, bien colorés et faciles à reconnaître, en nombre variable de 1 à 15, ou bien des granulations pigmentaires jaunes. Ces grandes cellules, contenant des globules rouges, sont assez nombreuses, *p*, *p*', figure 10. Le ganglion ayant été râclé par un rasoir bien aiguisé, nous avons enlevé, avec les éléments précédents, des parcelles du tissu réticulé dans lesquelles nous avons pu étudier, à l'état frais, les vaisseaux sanguins, petites artérioles, capillaires et veinules. Les cellules endothéliales et les cellules de la membrane externe de ces vaisseaux étaient toutes gonflées, et leurs noyaux ovoïdes étaient très-volumineux.

Sur les coupes de ce ganglion durci dans l'acide picrique, nous avons pu nous assurer que les grosses cellules à noyaux multiples siégeaient habituellement dans les sinus périfolliculaires. Il y en avait, cependant, quelques-unes dans le tissu réticulé des follicules.

Les grosses cellules proviennent vraisemblablement, pour la plus grande part, de la tuméfaction des cellules plates qui tapis-

sent les fibrilles du tissu caverneux et la surface des sinus lymphatiques. Les cellules lymphatiques peuvent aussi s'hypertrophier au point de devenir très-volumineuses et d'englober des globules rouges placés auprès d'elles.

Bien que la syphilis ne remontât pas à plus de trois mois chez cette jeune fille, et que l'hypertrophie du ganglion enlevé fût postérieure à cette date, il y avait déjà un certain épaississement des tractus fibreux qui cloisonnent le ganglion en accompagnant les vaisseaux sanguins. Sur les sections comprenant tout le ganglion examiné à un faible grossissement, on voyait des tractus minces rayonner du hile à la périphérie en divisant tout l'organe en une dizaine de segments ou lobules ayant chacun une forme ovoïde à grosse extrémité tournée du côté de la périphérie. C'est cette accentuation des tractus, jointe à l'hypertrophie inflammatoire du tissu réticulé, qui cause l'aspect lobulé visible à l'œil nu, aspect très-manifeste sur les sections examinées au microscope.

Dans ce cas, il y avait, comme on le voit, une adénite caractérisée par la tuméfaction, par la prolifération des noyaux des cellules des sinus, en même temps que par un léger degré de sclérose ou d'épaississement du tissu conjonctif. Cette sclérose etait loin d'arriver toutefois à ce que nous décrirons dans certaines formes d'adénite hypertrophique, qui peuvent passer pour un mélange de la syphilis et de la scrofule. Nous étudierons bientôt avec les ganglions strumeux les ganglions syphilitiques, qui s'hypertrophient d'une façon anomale, et qui restent gros et comparables aux ganglions strumeux. Nous verrons alors que l'un des éléments les plus importants de l'adénite scrofuleuse consiste dans une formation nouvelle et considérable de tissu conjonctif.

Adénite de la période tertiaire de la syphilis (figures 19 et 20 de la pl. XXVI). Rien n'est plus variable que l'état des ganglions dans les périodes avancées de la syphilis. Dans les premières années qui suivent son début, et alors qu'il existe encore des plaques muqueuses, les ganglions peuvent être indurés, cirrhotiques, sclérosés ou caséeux par places ; car, ainsi que l'a montré

Virchow, l'état caséeux peut se rencontrer dans une série de cas pathologiques différents, non-seulement dans la scrofule, dans la tuberculose, mais aussi dans la fièvre typhoïde et dans la leucémie.

Je désire seulement attirer ici l'attention sur une forme de lésion ganglionnaire où les glandes lymphatiques sont tuméfiées, molles, blanchâtres, infiltrées de suc laiteux qui leur donne un aspect médullaire. C'est un état qui a été bien décrit à l'œil nu par Wirchow dans une série d'observations de syphilis (1), et que j'ai étudié histologiquement dans un fait inséré dans les bulletins de la Société médicale des hopitaux (2). Il s'agissait d'une femme de 34 ans, morte subitement, et qui présentait, à l'autopsie, des gommes caractéristiques du foie, un ulcère syphilitique de l'estomac et une lymphangite pulmonaire. Tous les ganglions lymphatiques situés au-devant du trépied cœliaque, au bord supérieur du pancréas, au voisinage du pylore et autour des bronches, étaient blancs, tuméfiés et durs; sur leur surface de section, on faisait suinter des gouttelettes d'un liquide puriforme. Ce liquide, de même que le liquide renfermé dans les vaisseaux lymphatiques dilatés du poumon, examiné à l'état frais, contenait, avec des cellules lymphatiques rondes, plus ou moins granuleuses, de grandes cellules endothéliales gonflées et en quantité considérable, munies d'un noyau ovoïde ou de plusieurs noyaux.

Ces ganglions, durcis par le séjour successif dans le liquide de Muller, la gomme et l'acool, et examinés sur des sections minces, ont montré que tous les vaisseaux lymphatiques périganglionnaires et capsulaires, les voies lymphatiques, les sinus périfolliculaires et tout le tissu caverneux des ganglions, étaient remplis et distendus à un haut degré par de grandes cellules globuleuses, d'aspect épithélioïde, provenant des cellules lymphatiques et des cellules tuméfiés de l'endothelium qui revêt les cavités et voies lymphatiques. Au centre des ganglions notam-

(1) Gesammellte Abhandlungen zur wissenschaftlichen Medicin, 2ᵉ édit. Berlin 1862.

(2) Note sur les lymphangites pulmonaires, à propos d'une lymphangite du poumon observée dans la syphilis viscérale. (*Société médicale des hopitaux.* Séance du 22 mai 1874.)

ment, quand on avait débarrassé par le pinceau les éléments cellulaires libres de la coupe, on voyait de grandes cavités alvéolaires représentant les sections des canaux lymphatiques afférents. Le tissu réticulé de la substance caverneuse montrait aussi des mailles extrêmement agrandies et remplies de ces cellules. Nous avons représenté, dans la figure 19 de la planche XXVI, une coupe du centre de l'un de ces ganglions à un grossissement de 30 diamètres. Les canaux lymphatiques du centre du ganglion *t*, *t*, sont extrêmement élargis; ils ont été débarrassés par le pinceau des cellules qui les remplissaient; on voit en *e*, *e*, *e* des sinus lymphatiques avec leurs cloisons et des mailles du tissu caverneux lymphatique vides ou plus ou moins remplies de cellules. Les cellules elles-mêmes sont dessinées là à un trop faible grossissement pour qu'on puisse les étudier, mais elles étaient les mêmes que celles dessinées dans la figure 10 et dans la figure 9, planche XXIV.

La figure 20, planche XXVI, reproduit une préparation de l'un de ces ganglions syphilitiques dans laquelle on voit bien la disposition générale des sinus et du tissu folliculaire de la région corticale. Au-dessous de la capsule fibreuse *a*, on voit en effet les sinus lymphatiques périfolliculaires *l*, *l*, qui entourent de toutes parts un îlot du tissu réticulé fin des follicules de l'écorce, *m* : ces sinus sont en partie remplis de cellules.

Partout où l'on trouvait sur une coupe un îlot de tissu réticulé fin, il y avait autour de lui des mailles énormes de tissu caverneux, et les sinus et voies lymphatiques étaient distendus démesurément. Ces cavités, plus ou moins débarrassées de leur contenu, montraient en place les grandes cellules endothéliales gonflées, granuleuses, possédant un ou plusieurs noyaux ovoïdes (voyez figure 10, pl. XXIV), en même temps que des cellules lymphatiques normales. Le protoplasma grenu des grandes cellules était tantôt granuleux, tantôt allongé, un peu aplati parfois, et souvent il envoyait des prolongements anguleux. Souvent aussi ces cellules étaient irrégulièrement pavimenteuses, à bords mousses, forme qu'elles devaient à leur aplatissement réciproque par compression.

Il y avait donc là une inflammation catarrhale de toutes les voies lymphatiques contenues dans le ganglion, inflammation consécutive à la même lésion des vaisseaux lymphatiques afférents, et ayant pour origine les lésions syphilitiques du foie et de l'estomac. Il est certain qu'il s'agissait bien là d'une inflammation du revêtement interne des voies lymphatiques, et que les grandes cellules gonflées qui les remplissaient n'avaient pas été simplement transportées, mais qu'elles s'étaient réellement forméees sur place dans le ganglion, soit aux dépens des cellules endothéliales, soit aux dépens des cellules lymphatiques.

Le tissu réticulé fin et son contenu ne présentaient pas d'altération notable.

Ainsi, dans cette forme d'adénite médullaire syphilitique, ce sont les voies lymphatiques et les sinus, c'est-à-dire toute la substance caverneuse, qui sont le siége d'une inflammation chronique qu'on peut appeler catarrhale, par opposition aux formes sclérotiques ou cirrhotiques, caractérisées par l'epaississement du tissu conjonctif des cloisons. Cette adénite est le pendant et la conséquence de l'inflammation chronique des vaisseaux lymphatiques.

3. — Adénite scrofuleuse (1).

(Figures 1, 2, 3, 4, 5 et 7, planches XXIII et XXIV).

Une question se pose tout d'abord, à savoir, si les adénites scrofuleuses du cou, les écrouelles, qui nous servent ici de types, sont assimilables à la tuberculose, ou bien en sont distinctes.

Beaucoup d'auteurs ont pensé que les tumeurs strumeuses du cou étaient la première manifestation d'un ensemble symp-

(1) Nous n'employons pas ici le terme de *scrofule* comme synonyme de maladie constitutionnelle ou diathésique dans le sens de diverses écoles vitalistes, mais simplement comme une dénomination pouvant servir de cadre commun à un groupe de lésions et d'états définis en médecine. Les écrouelles ou tumeurs ganglionnaires, en particulier, sont le résultat d'inflammations superficielles de la peau ou des muqueuses voisines, inflammations chroniques entretenues par la débilité de sujets placés le plus souvent dans les plus mauvaises conditions hygiéniques.

tomatique d'une maladie constitutionnelle ou d'un diathèse, qui se terminait par des tubercules du poumon.

Nous n'entrerons pas dans cette discussion, parce que nous nous occupons ici seulement d'anatomie pathologique : nous décrirons d'abord les lésions anatomiques des ganglions strumeux, puis les lésions des ganglions tuberculeux; nous pourrons alors plus utilement comparer les deux processus, voir ce qu'ils ont de distinct et de commun, et nous prononcer en connaissance de cause.

Lorsqu'on examine à une autopsie, ou mieux après une opération chirurgicale, une de ces grosses tumeurs cervicales composées de l'agglomération de plusieurs ganglions strumeux, on y trouve habituellement des glandes à divers stades de leur évolution pathologique : les unes ont le volume d'un œuf de pigeon ou même d'un petit œuf de poule, les autres sont plus petites; toutes, dures à leur surface, sont habituellement réunies par un tissu conjonctif serré et scléreux, qui forme des coques à chacune d'elles. Lorsqu'on les sectionne en passant suivant leur plus grand diamètre, on a ainsi des aspects fort divers : les unes sont grises ou rosées, ou légèrement jaunâtres; d'autres sont sèches à la coupe et ressemblent à une pomme de terre crue par leur couleur et leur grain ; il en est d'autres qui présentent des îlots plus ou moins considérables, caséeux, friables, entourés d'une coque dense ; ces mêmes îlots peuvent contenir une bouillie rendue opaque et blanche par des sels calcaires. Ce qui se trouve réuni dans une même masse de ganglions peut être observé aussi isolément; car on peut voir un seul ganglion très-gros ou deux ou trois ganglions ayant à peu près le même âge et les mêmes caractères à l'œil nu.

Pour la commodité de la description, nous prendrons successivement trois types, qui correspondent au début, à la période d'état, et à l'involution calcaire.

Dans nos recherches, nous avons surtout mis à profit des ganglions enlevés par les chirurgiens. Plusieurs d'entre eux ont été enlevés par MM. Trélat, Théophile Anger et Gosselin, que nous sommes heureux de remercier d'avoir mis à notre disposition

ces matériaux d'étude. Il est très-important d'avoir des pièces fraîches, qu'on examine de suite, soit en raclant la surface de section pour étudier les éléments isolés, soit en pratiquant des coupes à l'état frais. Ce sont ces dernières, en effet, qui se laissent le mieux débarrasser des cellules lympathiques, et qui permettent le mieux de voir le réticulum.

I. A une période peu éloignée du début, la surface du ganglion est lisse; il n'a pas encore contracté d'adhésion avec le tissu voisin; son volume n'est pas considérable; sa surface de section est grise ou gris-rosé, ou un peu jaunâtre et opaque; sa consistance est plutôt molle que dure. Les cellules obtenues par le raclage sont : 1° des cellules lympathiques généralement granuleuses, transformées même en de petits corps granuleux au centre desquels existe un gros noyau sphérique ou ovoïde; 2° des cellules volumineuses contenant un grand noyau ovoïde et un protoplasma granuleux avec des granulations protéiques ou graisseuses. (Voy. A, fig. 5, pl. XXIII.) En examinant une section obtenue après durcissement par le séjour pendant vingt-quatre heures dans l'acide picrique, ou par le liquide de Muller, la gomme et l'alcool, on voit tout d'abord que la capsule du ganglion est épaissie : les tractus fibreux qui de la capsule se dirigent vers le hile sont notablement épaissis, forment des bandes plus ou moins larges, dans lesquelles cheminent des vaisseaux sanguins pleins de sang et quelques vaisseaux lymphatiques remplis de cellules. Ces grandes cloisons limitent des îlots ayant 2 ou 3 millimètres de diamètre, et de ces cloisons principales, des tractus conjonctifs pénètrent dans les îlots, en suivant la direction des vaisseaux, suivant des figures variées. On peut avoir une très-bonne idée générale de cette dissociation de la substance réticulée folliculaire du ganglion en examinant des préparations à un faible grossissement. La substance réticulée est en effet opaque, tandis que les bandes de tissu conjonctif qui la pénètrent et la dissocient sont plus claires.

Nous avons examiné plusieurs ganglions lymphatiques qui présentaient cette disposition, cette formation nouvelle de tissu conjonctif dissociant le tissu reticulé des follicules, par des ban-

des du tissu conjonctif suivant la direction des vaisseaux. Nous l'avons observée, non-seulement sur des ganglions strumeux, mais aussi sur des ganglions cervicaux de jeunes filles atteintes de syphilis, et chez lesquelles les ganglions avaient pris un volume considérable, ainsi que cela arrive quelquefois lorsque la syphilis rencontre un terrain lymphatique. Deux de ces malades en particulier ont été opérées à Lourcine par mon excellent collègue M. Th. Anger.

Lorsqu'un ganglion ainsi altéré ne reste pas à ce stade, ce qui est possible, et que l'altération continue à se développer, la formation nouvelle d'éléments de tissu conjonctif et d'un tissu embryonnaire allant croissant, tous les petits îlots secondaires s'entourent d'un tissu conjonctif vascularisé de nouvelle formation. Ces petits îlots, à peine visibles à l'œil nu, ayant de 1/10 à 1/4 ou 1/3 de millimètre, tendent tous à prendre une forme voisine de la forme sphérique. Il se produit là le même phénomène que dans certaines cirrhoses du foie, où le lobule hépatique est divisé et subdivisé en petits groupes de cellules hépatiques qui sont ronds et tous entourés de bandes de tissu fibreux.

Nous avons représenté dans la figure 1, pl. XXIII, une portion de ganglion atteint d'adenite scrofuleuse, à un faible grossissement (30 diamètres). Il est facile de reconnaître, à ce faible grossissement, le tissu conjonctif formant des bandes épaisses *b*, et les îlots du tissu reticulé, *e, e*. Le tissu conjonctif embryonnaire, dans ce cas, très-riche en éléments jeunes, est coloré en rouge par le carmin, tandis que les îlots sont colorés en rouge-orangé. Un îlot analogue entouré de tissu conjonctif, est représenté dans la figure 3, à un grossissement un peu plus fort de 40 à 50 diamètres.

II. Cette dissociation du tissu réticulé du ganglion en une quantité considérable de tout petits îlots entourés de tissu fibreux, et les lésions de ce tissu réticulé lui-même, constituent la caractéristique de l'état du ganglion arrivé à son summum d'hypertrophie strumeuse.

A l'œil nu, ces ganglions sont lisses à leur surface, de couleur jaunâtre, pâles, de consistance mollasse, élastique; leur

forme est ovoïde, et donne l'aspect régulier d'une glande normale ayant des dimensions colossales. La surface de section est généralement sèche ; elle montre peu de sang, et en regardant de près avec attention, en s'aidant d'une loupe, on voit une foule de petits grains ou points opaques sur un fond gris et semi-transparent. C'est ce qui donne à ces organes l'apparence bien connue d'une pomme de terre qu'on vient de couper en deux. La consistance du ganglion sectionné est encore plus molle qu'avant de l'ouvrir.

Les éléments obtenus par le raclage proviennent des petits îlots opaques. Ils consistent uniquement en grosses cellules possédant un noyau volumineux, clair et ovoïde, muni d'un nucléole. Autour du noyau, le protoplasma est délicat, mou, granuleux, possédant souvent des granulations graisseuses. Il n'y a pas de membrane cellulaire. La forme de ce protoplasma se rapproche de la forme globuleuse ; il est souvent allongé et un peu aplati. On peut voir plusieurs de ces cellules isolées en A, figure 5, planche XXIII. Ces cellules montrent là leurs noyaux ovoïdes, *n*, et leur protoplasma, *m*. En B, même figure, on voit une de ces cellules dont le protoplasma *c* est globuleux. Les noyaux se colorent toujours très-vivement par le picro-carmin. Les cellules ne contiennent que très-rarement deux noyaux.

Les coupes faites sur la pièce fraîche et un peu épaisses montrent, à un faible grossissement, les îlots opaques, qui sont déjà visibles à l'œil nu. Ils sont entourés de bandes claires.

Sur des coupes aussi minces qu'on peut les obtenir sur la pièce à l'état frais, et traitées avec ménagement par le pinceau, puis colorées au picro-carmin, on peut étudier au mieux la structure des îlots.

Ceux-ci sont constitués par un réticulum dont les fibrilles sont plus molles, plus épaisses, plus grenues et plus friables que les fibres du tissu réticulé des follicules. Au bord des fibrilles, lorsqu'on les examine à un fort grossissement, on voit de petites granulations, et leur surface est grenue. Ce sont des fibrilles du tissu réticulé, imbibées, tuméfiées et ramollies. Les

mailles qu'elles forment sont beaucoup plus larges qu'à l'état normal, et ces mailles enserrent les grosses cellules granulo-graisseuses, à noyau ovoïde, que nous venons de décrire. Dans les points où les cellules ont été tout à fait chassées par l'action du pinceau, il reste encore quelques granulations graisseuses, provenant de vestiges du protoplasma des cellules accolés aux fibrilles du réticulum.

Nous avons dessiné (fig. 4, pl. XXIII), à un grossissement de 300 diamètres, une partie d'un de ces îlots enlevée au rasoir sur une glande strumeuse, aussitôt après son ablation, qui avait été faite par M. Trélat. Le tissu réticulé forme des mailles assez larges qui enserrent des cellules, *b*, à noyaux ovoïdes et à protoplasma granuleux ; les fibrilles, *d*, du réticulum de l'îlot sont tuméfiées, et elles présentent à leur surface de très-fortes granulations. Elles sont plus molles que les fibrilles du réticulum *a*, qui entoure l'îlot, et qui en forment la périphérie.

La figure 5 représente, à un grossissement de 350 diamètres, les éléments cellulaires A contenus dans un îlot strumeux, dont on voit en B le réticulum de fibrilles molles, friables et tuméfiées.

Le petit îlot opaque, étudié à sa périphérie, fait corps avec le tissu plus dense qui l'entoure. Ses fibrilles tuméfiées et grenues se continuent directement avec les fibrilles plus denses, à bords bien nets, du tissu périphérique (*a* fig. 4).

Le tissu qui l'entoure est aussi un tissu réticulé lymphatique, mais ses fibres sont serrées et dures, épaissies ; les mailles qu'elles forment s'allongent et se resserrent de manière que l'ensemble des fibrilles et des mailles affecte la figure de faisceaux concentriques à l'îlot. (Voy. *a*, fig. 4.) Les éléments *c*, qui siégent entre les fibrilles, sont des cellules lymphatiques à noyaux ronds ou un peu ovoïdes, bien plus petits que les noyaux de l'îlot lui-même.

Sur les préparations faites à l'état frais ou après un séjour de vingt-quatre heures dans moitié eau, moitié alcool, préparations qu'on laisse ensuite quelques heures dans l'alcool au tiers, puis qu'on nettoye avec le pinceau dans l'eau pure, on voit à

l'œil nu, à la place de chaque point opaque, un espace clair. En étudiant au microscope ces parties éclaircies et débarrassées de leurs cellules, on voit très-nettement leur charpente, qui est constituée par les artérioles, les capillaires et le tissu réticulé fin des follicules. Nous avons représenté à un grossissement de 80 diamètres, dans la figure 7 de la planche XXIV, un îlot strumeux réduit à sa charpente fibreuse, à ses vaisseaux artériels *b* et capillaires *a*, et à son reticulum fin *c*. Les vaisseaux capillaires s'y continuent directement avec ceux qui cheminent dans le tissu conjonctif voisin. Cette préparation provient d'un gros ganglion strumeux enlevé par M. le professeur Gosselin, et examiné le lendemain de l'opération.

Les pièces durcies dans l'acide picrique permettent de faire des coupes minces, d'où les éléments sont chassés assez facilement par le pinceau. On voit presque aussi bien qu'à l'état frais le tissu réticulé des îlots et le tissu conjonctif qui siége autour d'eux. Sur ces préparations, on peut s'assurer que dans les îlots existent des artérioles et des capillaires perméables au sang. De la paroi de ces vaisseaux partent les fibrilles du réticulum.

Les sections minces obtenues après le durcissement par le liquide de Muller, la gomme et l'alcool, sont celles qui donnent les meilleures vues d'ensemble de ces ganglions strumeux. Seulement, là, les cellules ne peuvent être que très-difficilement et très-incomplétement chassées par le pinceau. Mais on apprécie admirablement la disposition des bandes de tissu conjonctif, parcouru par des vaisseaux perméables au sang, et entourant tous les îlots. Cette dissociation du tissu réticulé fin par des bandes de tissu conjonctif est très-facile à voir dans les figures 1, 2 et 3, dessinées à de faibles grossissements. Dans le tissu conjonctif embryonnaire *b*, fig. 2, on voit des sections longitudinales ou transversales de vaisseaux, *a*, *v*. On peut aussi voir, à l'aide de forts grossissements, dans l'intérieur des îlots, les grosses cellules en place. Ces pièces étant colorées au picrocarmin, les îlots sont colorés en rouge-orangé, tirant sur le jaune, car les noyaux des cellules sont les seules parties qui se colorent nettement en rouge, le protoplasma restant incolore ou

jaune ; les bandes périphériques se colorent au contraire en rouge-carmin. (Voy. fig. 1, 2 et 3.)

Sur ces préparations, qu'on peut faire extrêmement minces, on observe, dans les îlots, qui deviennent caséeux, les figures qui ont été décrites per Schüppel (1) et par beaucoup d'auteurs après lui comme des cellules géantes. Ce sont de petits champs arrondis, grenus et jaunâtres à leur centre, offrant à leur périphérie une zone de noyaux ronds ou ovoïdes colorés en rouge, et quelquefois aussi, au milieu de la figure, des noyaux ronds également colorés. Leur bord laisse souvent entre eux et le tissu périphérique une fente et, en dehors d'eux, il est généralement facile de s'assurer qu'il y a presque toujours une paroi vasculaire bien nette; en d'autres termes, ce sont des coagula fibrineux formés dans un vaisseau dont la circulation est arrêtée.

Cette disposition, que nous avions signalée autrefois, M. Ranvier et moi, dans les tubercules, et que M. Thaon a parfaitement décrite, a permis à ce dernier de faire la critique de l'opinion de Schüppel, qui la considère comme devant être rapportée à des cellules gigantesques.

Ces oblitérations des vaisseaux et ces « cellules géantes » se rencontrent en assez grand nombre dans les ganglions strumeux arrivés à un état caséeux encore plus avancé. Elles sont tardives dans la scrofule ganglionnaire, tandis que nous verrons qu'elles sont hâtives et se rencontrent tout au début dans la tuberculose vraie des ganglions.

Dans un de ces ganglions strumeux, arrivé à son maximum de développement, en outre des petits îlots à peine visibles à l'œil nu que nous venons de décrire, on trouve toujours, sur une surface de section qui passe par le grand diamètre, une ou plusieurs masses arrondies variant de 1/2 à 1 ou 10 millimètres de diamètre qui sont absolument jaunes et caséeuses. Ces masses caséeuses m'ont paru résulter de la réunion de plusieurs petits îlots, lorsque la circulation d'une partie limitée du ganglion est arrêtée, plutôt que par la dégénérescence caséeuse d'un grand îlot primitif.

(1) Schüppel (loc. cit.).

A l'œil nu, les parties caséeuses des ganglions offrent une couleur jaune clair, une surface de section lisse et sèche ; elles sont formées par un tissu de texture fine, uniforme et d'une certaine friabilité. Elles sont contenues dans une coque fibreuse, dense, scléreuse, semi-transparente, et. lorsqu'elles sont anciennes, on peut les en énucléer, car elles se séparent du tissu fibreux qui est vivant, parcouru par des vaisseaux, comme toute partie mortifiée tend à se séparer des tissus vivants.

Sur des sections minces, examinées au microscope, on peut suivre pas à pas les modifications des îlots devenant caséeux. C'est d'abord l'oblitération des capillaires qui y sont contenus, puis l'atrophie et l'état grenu des cellules emprisonnées dans les mailles du réticulum. Lorsque la circulation ne se fait plus dans un d'eux, il se produit un petit espace vide, ou une séparation incomplète à sa périphérie entre le tissu fibreux des travées et l'îlot ; mais il existe encore alors des travées, qui ne sont autres que des vaisseaux capillaires et des fibrilles qui l'unissent avec le tissu conjonctif périphérique. La figure 1 montre en *c*, *c* deux ilôts, qui se séparent du tissu conjonctif périphérique ; la figure 2 représente la même disposition à un plus fort grossissement. Ces travées, formées par du tissu conjonctif et des vaisseaux, se détruisent elles-mêmes peu à peu, de telle sorte que, lorsqu'on a enlevé avec le rasoir une section mince d'un ganglion, la coupe de la partie caséeuse est libre et ne tient plus au tissu qui l'entoure, et elle se déplace, emportée dans le liquide de la préparation.

L'examen histologique de la portion caséeuse ne montre rien autre chose que de petits éléments cellulaires grenus, atrophiés, au contact les uns des autres, de telle sorte qu'on ne les distinguerait pas à un examen superficiel, et qu'au premier abord on croirait avoir affaire à une masse granuleuse homogène privée de structure. On rencontre souvent, dans ces coupes de parties caséeuse, des fentes plus ou moins artificielles et des cristaux de graisse dans les pièces qui ont séjourné dans l'alcool.

Lorsque la partie caséeuse est ancienne et, par suite, d'un volume assez considérable (un centimètre de diamétre, par

exemple), elle affecte presque toujours une forme sphérique ou ovoïde.

Le tissu qui l'entoure est très-dur, et la coque fibreuse qui la contient, examinée au microscope, montre des fibres ou lames denses, parallèles en général à la surface de la coque : ces faisceaux de fibres de tissu conjonctif sont épais, transparents, parallèles entre eux et tapissés de cellules plates. D'autres fois leur disposition est moins régulière. On a affaire à un tissu fibreux dense, qui ne présente plus aucune apparence d'analogie avec le tissu réticulé des ganglions.

La coque fibreuse des ganglions est toujours extrêmement épaissie en pareil cas. Le reste des ganglions offre les petits îlots de tissu réticulé emprisonnant de grosses cellules granuleuses, îlots qui sont caractéristiques de la scrofule ganglionnaire, et qui sont entourés du tissu réticulé devenant fibreux.

Comme on le voit par ce qui précède, dans cette lésion scrofuleuse arrivée à la période d'état, la structure primitive du ganglion est complétement modifiée. Il ne reste plus du tissu réticulé primitif que les points opaques, et encore ce tissu réticulé est-il modifié, ses fibres étant plus ou moins tuméfiées et ramollies, et les cellules lymphatiques étant gonflées et granuleuses. Mais ces îlots sont bien réellement constitués par le tissu réticulé des follicules, car ils sont parcourus par des vaisseaux capillaires sanguins dont la paroi se continue très-nettement avec le réticulum fin. Le tissu primitif du ganglion a été traversé et divisé par des bandes de tissu conjonctif nouveau, accompagnant les vaisseaux sanguins, artères et veines, et les vaisseaux lymphatiques. Le tissu caverneux et une partie du tissu réticulé fin sont devenus ainsi des tissus fibreux, et il ne reste plus en dernière analyse de trace de ce tissu, non plus que des voies lymphatiques ni des sinus péri-folliculaires.

III. Les modifications qui se passent ultérieurement dans les ganglions consistent dans la dégénérescence caséeuse qui se continue et se généralise plus ou moins. Les parties caséeuses s'infiltrent de sels calcaires, et leur consistance devient tantôt tout à fait crétacée et ossiforme, tantôt plus liquide, comme du plâ-

tre délayé dans l'eau. Le tissu conjonctif qui forme la coque de la partie altérée s'épaissit, se confond avec la capsule du ganglion, et généralement alors, ce dernier subit un retrait, une diminution de volume dans son ensemble. Ces modifications très-lentes mettent des années à s'effectuer.

Dans d'autres cas, il y a prédominance de l'état scléreux du ganglion : les îlots strumeux restent à peu près avec les mêmes caractères que nous avons décrits, et il n'y a pas de ramollissement caséeux; mais ils sont séparés par de très-larges bandes de tissu conjonctif dense, parcouru par des vaisseaux à parois extrêmement épaisses. Ce tissu ressemble à la plèvre épaissie et fibreuse, par exemple, ou au tissu dur de certaines cirrhoses atrophiques du foie. Les artérioles et les veinules, vues sur une coupe transversale, offrent une lumière étroite qui contraste singulièrement avec la grande épaisseur des parois, ou plutôt du tissu conjonctif affectant une disposition concentrique autour d'elle. Les îlots strumeux sont rares et comme perdus au milieu de ce tissu scléreux qui fait corps avec la capsule du ganglion, extrêmement épaissie. La capsule elle-même adhère et est unie intimement avec le tissu conjonctif voisin, qui est aussi, lui, tout à fait induré et fibreux. L'atmosphère adipeuse du ganglion a disparu, et l'union de la capsule avec le tissu conjonctif voisin est telle, que l'on enlève souvent, avec le ganglion, des parties qui lui sont adhérentes, comme des segments de glandes salivaires, de la sous-maxillaire, par exemple, lorsqu'il s'agit de ganglions sous-maxillaires et cervicaux. En examinant les petits îlots strumeux qui siégent au milieu de ce tissu induré avec un grossissement suffisant, on voit qu'ils n'ont pas, dans certains cas, de tendance à devenir caséeux; mais ils semblent, au contraire, destinés à disparaître et à être dissociés eux-mêmes par des bandes de tissu conjonctif de nouvelle formation. J'ai examiné histologiquement un ganglion de ce genre, très-induré et scléreux, qui, pendant trois mois que j'avais observé la malade, avait diminué notablement de volume; c'est là un mode de guérison incomplète, il est vrai, et extrêmement lent; mais on peut dire que

cette induration fibreuse, en diminuant notablement le volume du ganglion, est une sorte de guérison : on cite des cas où ces ganglions strumenx ont disparu presque complétement. Il s'en faut que ce soit une terminaison habituelle, car, le plus souvent, comme, autour du ganglion altéré et hypertrophié, il y en a une série d'autres qui se prennent et se tuméfient, et que les premiers malades présentent des foyers caséeux ramollis, il peut y avoir une fonte caséeuse de l'un ou plusieurs d'entre eux. C'est ce qui est improprement appelé la suppuration des ganglions strumeux, car il s'agit simplement de l'ouverture au dehors, à travers des tissus chroniquement enflammés, des foyers caséeux ramollis des ganglions. Cette suppuration, les fistules qui lui succèdent, les délabrements, les décollements de la peau, les cicatrices irrégulières, tous ces accidents interminables et la difformité qui leur succède, sont assurément bien plus graves que l'ablation des ganglions, suivie d'une cicatrice linéaire. Mais, pour que l'opération soit faite dans de bonnes conditions, il faut autant que possible enlever le ganglion le premier hypertrophié, avant que les voisins s'altèrent.

En résumé, l'altération scrofuleuse des ganglions est consécutive à une lésion irritative chronique des muqueuses et des téguments chez un sujet prédisposé. Elle consiste essentiellement dans une inflammation chronique du tissu conjonctif et des cellules lymphatiques, dans l'épaississement fibreux et la formation de bandes de tissu conjonctif qui parcourent le ganglion, en dissociant et en isolant des îlots du tissu réticulé dont le réticulum et les cellules sont eux-mêmes altérés. Consécutivement à ce processus très-lent, la circulation se ralentit et se supprime dans les îlots qui deviennent caséeux. L'état caséeux et l'induration scléreuse sont les derniers termes de l'évolution de la lésion.

4. — Adénite tuberculeuse.

(Figures 6, 8, 9, 11 12, 13, 14, 15, 16, 17 et 18. Planches XXIII, XXIV et XXV.)

Examen fait à l'œil nu. — Les lésions tuberculeuses des ganglions sont extrêmement communes. Toutes les fois que l'intestin grêle, par exemple, présente des ulcérations tuberculeuses et, du côté de sa surface péritonéale, des tubercules des parois des lymphatiques ou une lymphangite caséeuse spécifique, on peut être sûr que les ganglions mésentériques correspondants sont tuberculeux. En pareil cas, il arrive assez souvent qu'on peut voir à l'œil nu des granulations tuberculeuses à la surface des ganglions mésentériques : les granulations tuberculeuses situées à la surface de la capsule affectent, comme nous le verrons bientôt, la même disposition et les mêmes rapports à l'égard des vaisseaux lymphatiques afférents du ganglion que les granulations de la surface péritonéale de l'intestin relativement à ces mêmes vaisseaux.

Les ganglions mésentériques et les ganglions bronchiques sont presque constamment le siége de tubercules dans la tuberculose intestinale ou pulmonaire ; mais les premiers sont plus faciles à étudier, parce qu'ils ne sont pas infiltrés de pigment noir comme les seconds ; aussi nous sommes-nous surtout servi des glandes mésentériques pour cette étude.

L'aspect à l'œil nu de ces glandes est très-variable : tantôt elles sont petites, grosses comme un petit pois aplati, ou bien elles présentent une forme allongée, et elles ont de 1 à 2 centimètres de longueur : elles sont tantôt dures, tantôt de la résistance élastique et mollasse habituelle à ces organes. Lorsqu'elles sont dures et relativement peu hypertrophiées, elles glissent facilement entre les deux lames de mésentère et elles s'énucléent sans difficulté. Lorsqu'on pratique à travers ces ganglions une section qui passe par leur plus grand diamètre, on voit que la capsule n'est pas notablement épaissie et que leur surface de coupe offre une couleur rosée, ou grise ou blanchâtre, suivant qu'il y a plus ou moins de sang dans les vaisseaux.

Il arrive souvent qu'on ne voit rien à l'œil nu qui ressemble à des tubercules; mais si la surface est un peu sèche, on peut être à peu près sûr que l'examen microscopique révélera des lésions tuberculeuses; souvent aussi on observe, en même temps que la sécheresse du ganglion, de petits îlots opaques ou même jaunâtres, par places, à leur centre, et alors il s'agit de tubercules plus ou moins anciens et conglomérés. Ces granulations ou agrégats de granulations siégent surtout à la périphérie du ganglion, ou bien ils en envahissent une portion plus ou moins grande. Lorsque ces ganglions ont séjourné un certain temps dans l'alcool, on voit parfois à l'œil nu, sur une section, de petits points ou îlots semi-transparents que nous décrirons bientôt comme des îlots colloïdes ou comme des formations fibreuses.

D'autres fois les ganglions mésentériques tuberculeux sont plus gros, imprégnés de liquide généralement trouble ou sanguinolent: ils sont enflammés à un degré plus ou moins intense : leur plus grand diamètre est alors de 2 à 3 centimètres; enfin, dans la tuberculose, on trouve quelquefois des ganglions mésentériques gros, en plein ramollissement suppuratif, ayant jusqu'à 4, 5 et 6 centimètres de longueur et même davantage, et devenus globuleux ou ovoïdes, au lieu d'être aplatis. Leur écorce est unie alors avec le tissu conjonctif, également enflammé, œdématié et infiltré du pus du mésentère. La coque fibreuse de ces ganglions a résisté à l'inflammation, et elle est bien conservée, ce qui fait que le ganglion, dans son ensemble, a sa forme ordinaire; mais, quand on sectionne cette enveloppe fibreuse, il s'échappe du pus sanieux, et on voit que le tissu ganglionnaire est réduit en une bouillie et en un détritus formé d'un tissu mou infiltré de pus.

Les ganglions bronchiques offrent des lésions analogues; mais, ainsi que nous l'avons déjà dit, la matière noire, le charbon qui les imprègne masque le plus souvent les lésions tuberculeuses. Ces ganglions sont généralement gros. Il faut être en garde contre leur aspect, car certains de ces organes sont, sur une section, tachetés de petites zones exactement circulaires et grises sur le fond ardoisé. Bien qu'il puisse y avoir des

tubercules dans ces parties grises, elles sont ordinairement constituées simplement par le tissu réticulé fin normal des follicules.

Nous n'avons donné jusqu'ici que l'état à l'œil nu des ganglions tuberculeux récemment atteints ; plus tard les îlots de tubercules deviennent caséeux, et les masses caséeuses ne se laissent pas distinguer des altérations analogues des ganglions strumeux ; c'est le même aspect des gros îlots caséeux, le même ramollissement ou l'incrustation calcaire, et finalement le ganglion tuberculeux tout entier peut être transformé en une coque fibreuse contenant un mastic jaunâtre plus ou moins mou ou au contraire calcifié.

Examen microscopique. — Lorsqu'on examine à un faible grossissement (20 à 40 diamètres) les sections minces, comprenant tout un ganglion mésentérique tuberculeux, on voit souvent, à la surface de la capsule, la coupe d'une granulation tuberculeuse siégeant dans la paroi et au pourtour de la paroi d'un vaisseau lymphatique afférent. L'examen d'une de ces granulations de la surface développée autour d'un vaisseau afférent, donne exactement les mêmes détails de structure que les granulations développées à la surface du péritoine intestinal autour des vaisseaux lymphatiques. La lumière du vaisseau lymphatique est remplie de cellules lymphatiques assez grosses et granuleuses : la lumière de ce vaisseau peut être diminuée, aplatie par l'épaississement considérable de la paroi : c'est en effet la paroi même du vaisseau lymphatique et le tissu cellulaire qui l'entoure qui sont le siége des éléments de nouvelle formation qui constituent les granulations tuberculeuses. (Voir, pour les détails, la figure que nous en avons donnée : *Manuel d'histologie pathologique* de Cornil et Ranvier, 3e partie, p. 853.)

La capsule du ganglion n'est généralement pas épaissie d'une façon notable. Le plus souvent, lorsqu'on examine les préparations à un faible grossissement, on est frappé de la distension et de la réplétion des vaisseaux sanguins. Cette congestion très-manifeste, et parfois considérable, s'accompagne souvent de diapédèse des globules rouges dans les sinus lymphatiques. Les

sinus lymphatiques sont habituellement aussi très-dilatés et remplis par des cellules lymphatiques et de grosses cellules possédant plusieurs noyaux.

Le tissu réticulé fin des follicules montre aussi les vaisseaux distendus. C'est dans ce tissu, et spécialement dans les couches superficielles du ganglion, que s'observent les diverses lésions tuberculeuses, les granulations ou îlots tuberculeux, les îlots colloïdes et les formations fibreuses qui accompagnent assez souvent les altérations tuberculeuses.

Nous décrirons successivement ces diverses modifications du tissu ganglionaire, en commençant par les inflammations portant sur le contenu des sinus.

Nous avons représenté à un faible grossissement (70 diamètres), dans la figure 13 (pl. XXV), une coupe d'un partie d'un ganglion qui est à la fois enflammé et tuberculeux. La partie représentée dans la figure est simplement enflammée. On voit le réseau des vaisseaux (*v*, *v*, *v*) de la capsule fibreuse remplis de sang ; sous la capsule il existe un petit sinus, *s*, qui contient de grosses cellules : le tissu recticulé *d*, qui se trouve à la périphérie du ganglion, présente un réseau de vaisseaux capillaires très-gros et remplis de globules rouges : dans les îlots du tissu réticulé, on voit des sections transversales de petites artérioles, *f*, *f*, ou de capillaires, qui sont énormes et remplis de sang. En même temps que cette distension inflammatoire des vaisseaux sanguins, on voit que les sinus lymphatiques périfolliculaires, *s*', sont extrêmement élargis et remplis de grosses cellules.

Ces cellules sont faciles à chasser par le pinceau, et alors on trouve après l'action du pinceau les tractus qui unissent les parois opposées des sinus, ainsi que le montre la figure 14, provenant d'une préparation du même ganglion que celui qui a fourni la figure 13.

L'examen des grosses cellules qui remplissent les sinus lymphatiques des ganglions tuberculeux enflammés, doit être fait sur le ganglion aussitôt après qu'il est sorti du cadavre. On racle la surface de section, et on obtient ainsi un liquide trou-

ble dont on examine les éléments dans de l'alcool au tiers après coloration au picro-carmin; on voit alors des cellules lymphatiques ordinaires et, en même temps, des cellules lympathiques tuméfiées, globuleuses, à protoplasma granuleux contenant un gros noyau arrondi ou ovoïde ou bourgeonnant. Quelques-unes contiennent des granulations graisseuses fines. Les cellules, beaucoup plus considérables, semblables à celles qui sont dessinées dans la figure 10 (pl. XXIV), se montrent aussi en assez grande quantité dans le liquide. Ces cellules, qui sont globuleuses, de forme plus ou moins aplatie, ovoïde ou à prolongements irréguliers, contiennent un protoplasma granuleux et plusieurs noyaux; l'un de ces noyaux, ovoïde ou bourgeonnant à plusieurs nucléoles, est toujours plus volumineux que les autres, qui sont généralement de forme arrondie. Tous ces noyaux se colorent fortement par le carmin. Les grosses cellules n'ont pas de membranes d'enveloppe. Souvent elles renferment, dans leur protoplasma, des globules rouges en plus ou moins grand nombre, de 2 à 7 ou même davantage.

Nous avons représenté dans la fig. 9 (pl. XXIV) une section d'un ganglion tuberculeux très-enflammé et congestionné, dans laquelle on voit en place, dans les sinus lymphatiques périfolliculaires, les diverses variétés de cellules plus ou moins tuméfiées que nous décrivons. Ce ganglion, dont une section est représentée figure 9, avait été injecté aussitôt après l'autopsie par un mélange formé par moitié d'alcool à 40° et d'acide osmique, afin de fixer les éléments, puis il avait été durci, afin d'y pratiquer des coupes. On voit dans la figure 9 deux sinus lymphatiques périfolliculaires dilatés, séparés l'un de l'autre par une bande de tissu conjonctif, *t*, et limités en haut et en bas du dessin par le tissu réticulé fin, *b*, des follicules. La plupart des cellules contenues dans ces sinus ont été chassées par le pinceau, de telle sorte que celles qui restent sont bien isolées et faciles à définir. On y voit quelques globules rouges, des cellules lymphatiques contenant un ou deux noyaux volumineux, de grandes cellules globuleuses contenant plusieurs noyaux, et les mêmes grandes cellules à un ou plusieurs noyaux contenant en outre des glo-

bules sanguins. Les cellules remplies de globules sanguins étaient très-nombreuses dans ce cas particulier.

On doit se demander quelle est l'origine de ces grosses cellules contenues dans les sinus lymphatiques : viennent-elles des cellules lymphatiques hypertrophiées dont les noyaux ont proliféré et dont le protoplasma a englobé des globules rouges? Ou bien sont-ce les cellules endothéliales plates qui revêtent les parois des sinus lymphatiques et des travées que parcourent ces sinus ? Il est certain, d'après tous les récents travaux sur la nutrition et l'absorption des cellules lymphatiques, que ces éléments peuvent devenir considérables et absorber ou englober les matériaux qui se trouvent à leur portée, et en particulier les globules rouges ; mais, d'un autre côté, on voit sur les préparations des ganglions, et dans les sinus périfolliculaires, les cellules endothéliales gonflées tenant encore à la paroi, et en partie détachées quand elles sont devenues globuleuses. De plus, dans certains sinus tout à fait remplis de grosses cellules et très-distendus, on ne trouve plus de cellules endothéliales plates et adhérentes à la paroi. Aussi croyons-nous qu'il est indubitable que ces cellules endothéliales des sinus subissent une modification de nutrition telle qu'elles se tuméfient, deviennent globuleuses, en même temps que leur noyau grossit et se segmente, et que leur protoplasma granuleux est capable d'englober les globules rouges de la même façon que le protoplasma des cellules lymphatiques. On peut donc admettre aujourd'hui que les grosses cellules qui remplissent les sinus proviennent à la fois des cellules endothéliales et des cellules lymphatiques. Il est rare de trouver une de ces grosses cellules dans le tissu réticulé fin.

Les lésions appartenant en propre à la tuberculose, les tubercules typiques, les îlots ou tubercules colloïdes et la formation du tissu conjonctif ou tubercules fibreux, siégent constamment dans le tissu réticulé fin, dans les follicules de l'écorce, de préférence au tissu réticulé des prolongements funiculaires.

Les tubercules qui sont les analogues des mêmes productions des autres organes ne se montrent que très-difficilement à l'œil

nu, car ils sont très-petits ; aussi, lorsqu'on voit ces néoformations à l'œil nu, a-t-on affaire à des tubercules conglomérés et déjà opaques ou jaunâtres à leur centre. Les tubercules ne se présentent pas là sous forme de grain saillant sur la coupe, et formant une petite tumeur, comme cela a lieu à la surface des séreuses. Ils ont sous ce rapport, aussi bien que par leur petitesse, une certaine analogie avec les tubercules de la moelle des os.

Le tissu des tubercules se continue directement et sans qu'il y ait de limitation nette avec le tissu réticulé fin du ganglion, ou, pour mieux dire, le tubercule n'est autre chose que ce tissu réticulé préexistant dans lequel les cellules lymphatiques du centre de l'îlot tuberculeux sont modifiées, en même temps que les vaisseaux de l'îlot sont oblitérés et imperméables à la circulation, de telle sorte que la nutrition de tout le territoire cellulaire est nulle. Cette constitution des tubercules des ganglions a fait dire à Billroth qu'il est impossible de les distinguer des follicules normaux ou hypertrophiés. Aussi l'état d'oblitération constante de leurs vaisseaux par de la fibrine et des cellules, comme cela a toujours lieu dans les tubercules de tous les organes, est-il un des éléments importants de leur définition anatomique. C'est pourquoi Schüppel (1), dans son importante monographie sur les lésions des ganglions lymphatiques, donne comme caractéristique des tubercules ganglionnaires l'existence des « cellules géantes. »

Les ganglions tuberculeux qui ont servi à faire nos préparations ont été durcis par l'emploi successif du liquide de Muller ou du bichromate d'ammoniaque, de la gomme et de l'alcool.

On voit sur les sections examinées à un faible grossissement (20 à 40 diamètres), après la coloration au carmin, de petits îlots siégeant dans la partie du tissu réticulé folliculaire la plus rapprochée de la capsule fibreuse du ganglion. Entre la capsule fibreuse et le tissu réticulé où siégent les tubercules, les sinus lymphatiques sous-capsulaires sont le plus souvent remplis de grosses cellules. Les petits tubercules avaient, sur les coupes examinées,

une forme plus ou moins régulièrement circulaire, un diamètre de 0mm,05 à 0mm,10; mais par le groupement de plusieurs d'entre eux, on a des figures plus étendues et irrégulières. Ils se continuent directement avec le tissu voisin, seulement les cellules lymphatiques qui les composent paraissent plus tassées. Il n'y a pas de globules rouges dans les vaisseaux, ce qui les distingue du tissu réticulé normal, et de plus ou voit des sections longitudinales ou transversales de vaisseaux remplis de fibrine et d'éléments cellulaires, ou des « cellules géantes. » Celles-ci siégent, soit au milieu, soit à la périphérie des îlots : il y en a une ou deux dans un petit et, dans un tubercule congloméré, on en trouve davantage.

En étudiant un îlot tuberculeux avec un fort grossissement (250 à 300 diamètres), on voit que les cellules lymphatiques qui composent son centre sont très-rapprochées les unes des autres, et qu'elles offrent entre elles une certaine cohésion; les fibrilles du réticulum sont à peine visibles, minces et grenues; le réticulum et les cellules sont unis. Ces cellules lymphatiques se colorent uniformément en rose par le picro-carmin, et elles n'ont pas de noyau distinct; elles ont une certaine semi-transparence, bien qu'elles présentent dans leur protoplasma de très-fines granulations graisseuses. Elles ont, en un mot, subi la dégénérescence atrophique et caséeuse des cellules du centre des tubercules. Les cellules de la périphérie du tubercule sont au contraire des cellules lymphatiques normales, au milieu d'un tissu réticulé semblable au tissu réticulé fin non altéré du voisinage. Nous n'admettons nullement l'opinion de Schüppel (1), qui croit que le tubercule débute par une cellule géante, et qui fait naître les éléments nouveaux de la granulation tuberculeuse de la prolifération des noyaux du tissu réticulé.

On voit combien les tubercules des ganglions différeraient peu du tissu réticulé voisin, si nous n'avions pas, comme élément distinctif très-important, les altérations spéciales des

(1) Schüppel (loc. cit.).

vaisseaux. L'oblitération des artérioles, des capillaires et des veinules du tisssu réticulé envahi est en effet absolument constante dès le début, et dans toute partie suspecte d'appartenir à un nodule tuberculeux.

Ces oblitérations ne diffèrent pas là de ce qu'elles sont dans tous les organes tuberculeux. Les artérioles montrent des signes d'endartérite, de gonflement et de prolifération des cellules endothéliales et de leur membrane interne; leur calibre se remplit de cellules endothéliales, de cellules lymphatiques arrêtées lorsque la circulation se ralentit, et de fibrine filamenteuse ou grenue. Les capillaires sont oblitérés par ces cellules et par la fibrine, ainsi que les veinules. Dans nos préparations, ces éléments, aussi bien que la fibrine grenue ou fibrillaire, sont colorés avec intensité par le carmin.

Les vaisseaux oblitérés sont généralement dilatés, bien que, par la structure de leurs parois, ils se rangent dans les capillaires ou dans les plus petites artérioles et veinules. Nous comprenons et nous nous expliquons très-bien cette distension, par ce fait que les vaisseaux des ganglions tuberculeux, tant qu'ils sont perméables au sang, sont remplis et dilatés par lui, car tout l'organe est fortement congestionné au moment où les tubercules se développent. Nous avons du reste montré déjà depuis longtemps que les vaisseaux de la pie mère, oblitérés par de la fibrine au niveau des tubercules, présentaient un renflement au point même où ils étaient remplis de fibrine. (*Archives de physiologie*, I, 1868, p. 98.)

La figure 16 (pl. XXV) montre à un grossissement de 100 diamètres un vaisseau capillaire compris au milieu d'une masse tuberculeuse d'un ganglion, et oblitéré par de la fibrine fibrillaire et des cellules lymphatiques *c*.

La figure 17 montre, au même grossissement, une petite artériole dilatée siégeant auprès d'un tubercule. La paroi *b* du vaisseau est entourée d'un tissu réticulé normal : la section transversale de ce vaisseau montre une coagulation fibrineuse compacte *c*, adhérente à la paroi interne, coagulation qui englobe des cellules lymphatiques et qui se colore fortement par le

carmin. Le reste de la lumière du vaisseau montre des cellules lymphatiques et de la fibrine fibrillaire.

Nous avons dessiné (fig. 18, pl. XXV), au même grossissement de 100 diamètres, un de ces gros éléments que Schüppel et la plupart des auteurs allemands appellent des Riezenzellen, cellules géantes, et qui se rencontrent constamment dans les tubercules des ganglions comme dans ceux des autres organes. Celle que nous avons représentée était en partie isolée par un hasard de préparation; elle montre ses noyaux, sa masse granuleuse, *n*, et ses prolongements, *p*, *p*. Nous croyons que ces « cellules géantes » se développent toujours dans l'intérieur des vaisseaux, lorsque la circulation y a été arrêtée et que les cellules lymphatiques ou endothéliales accumulées dans la lumière du vaisseau continuent à vivre, à se nourrir et à grossir aux dépens de la fibrine et des globules rouges qui se trouvent en contact avec elles. Nous pensons que, lorsqu'on trouve, comme cela n'est pas rare, au milieu d'un tissu tuberculeux, un de ces petits foyers contenant une de ces grosses « cellules géantes » entourée de cellules d'apparence épithélioïde et plus ou moins tuméfiées, le foyer tout entier représente le contenu d'un petit vaisseau oblitéré, dont la paroi a été détruite. Les éléments nouveaux développés dans la paroi du vaisseau et dans le tissu qui l'entoure, leur état caséeux ou leur ramollissement, entraînent en effet la désintégration, la mort moléculaire des fibrilles et lames du tissu conjonctif. Les « cellules géantes » et les cellules lymphatiques ou endothéliales tuméfiées qui les accompagnent, n'ont aussi elles qu'une vie très-courte, bien que très-active, car elles deviennent bientôt caséeuses, granulo-graisseuses, comme le tubercule tout entier.

Tels sont les tubercules des ganglions, qui concordent complétement avec les granulations et tubercules typiques des autres organes : ils s'accompagnent, comme nous l'avons vu déjà, de lésions inflammatoires des voies lymphatiques, ou si l'on veut de catarrhe des voies lymphatiques ganglionnaires.

On trouve presque toujours en même temps une lésion toute

particulière des cellules lymphatiques du tissu réticulé, et une formation nouvelle du tissu fibreux.

Dans les glandes tuméfiées et enflammées, en même temps que les tubercules précédemment décrits, ou dans des points qui ne sont pas encore atteints par les tubercules, il existe dans le tissu réticulé, au voisinage de l'écorce du ganglion, des points qui, à un faible grossissement, paraissent plus transparents que le tissu folliculaire voisin. Une de ces parties claires étant examinée avec un fort grossissement, on voit qu'elle est composée par un groupe de quelques cellules lymphatiques deux ou trois fois plus grosses qu'à l'état normal, claires, transparentes, tuméfiées, ne montrant pas de noyaux, et possédant quelques granulations fines dans une masse colloïde. Ces cellules sont colorées en rose par le picro-carmin ; leur couleur est homogène ; elles ne se colorent d'une façon spéciale ni par le violet de métylaniline ni par la solution d'iode iodurée, qui sont les réactifs de la dégénérescence amyloïde. Les capillaires qui passent au milieu d'elles sont normaux, et contiennent des globules rouges du sang. Lorsqu'on appuie légèrement sur la lame de verre mince qui recouvre la préparation, on voit ces cellules s'écarter les unes des autres et s'aplatir un peu : leurs bords, qui étaient mal distincts en raison de leur accolement, apparaissent alors, et on les voit un instant isolées. On peut de cette façon se convaincre qu'elles sont constituées par une masse molle, bien différente de la substance amyloïde dure qui imprégne les cellules lymphatiques dans la dégénérescence amyloïde des ganglions. Cette lésion des cellules lymphatiques, qui consiste dans une imprégnation par une substance liquide transparente dont la nature intime nous est inconnue, peut être regardée comme une forme spéciale de l'inflammation dans la tuberculose, car on trouve des altérations analogues des cellules épithéliales des alvéoles pulmonaires dans certaines formes de la tuberculose du poumon.

J'ai observé, dans plusieurs ganglions tuberculeux enflammés, ce mode de dégénérescence colloïde des cellules par petits îlots contenant environ une dizaine de cellules. Dans un

cas, les îlots de cellules colloïdes étaient plus étendus, et affectaient sur une section examinée au microscope la forme de petites masses ayant de $0^{mm},05$ à $0^{mm},1$ ou $0^{mm},2$ de diamètre, et très-nombreuses.

Les figures 8 et 12 représentent ces lésions, qu'on peut appeler îlots ou tubercules colloïdes. Dans la figure 8, on voit au centre de la figure un tissu, *a*, uniformément coloré en rose, et qui est formé par des cellules lymphatiques agglutinées les unes aux autres, et qui, étant toutes claires et vitreuses, ne laissent pas reconnaître leurs bords. Les fibrilles du tissu réticulé existent encore, et séparent les uns des autres ces groupes de cellules. Lorsque ces cellules sont isolées, comme en *c*, on reconnaît bien que ce sont des cellules lymphatiques claires et sans noyau. Les vaisseaux *v*, *v'*, qui se trouvent à la limite de l'îlot colloïde, sont en partie oblitérés par des cellules lymphatiques et des coagulations de fibrine fibrillaire.

La figure 12 représente un petit îlot de structure analogue examiné à un grossissement plus faible que la figure 8. Le tissu colloïde, *l*, est cloisonné par les fibrilles du réticulum et par les capillaires *b*, qui, là, sont perméables. Une petite veine voisine, *s*, est en partie remplie par des globules rouges, des globules blancs et de la fibrine coagulée.

D'autres fois les îlots colloïdes présentent à leur centre un vaisseau capillaire ou une artériole très-dilatés et remplis de corpuscules rouges du sang : au pourtour du vaisseau il y a même, en dehors de sa paroi, une extravasation ou diapédèse des globules rouges et des globules blancs qui lui forment une ceinture. Autour de ce vaisseau et de son entourage, il existe une zone colloïde claire, se colorant en rose par le carmin et cloisonnée par les fibres du réticulum du tissu ganglionnaire.

Je n'ai pas trouvé cette altération colloïde des cellules lymphatiques, ni la disposition, le groupement de ces éléments altérés, dans d'autres ganglions que les ganglions tuberculeux : il est d'ailleurs impossible de confondre cet état avec la dégénérescence amyloïde.

Une autre lésion très-commune dans les ganglions tubercu-

leux, surtout dans ceux qui paraissent anciennement affectés, consiste dans la production nouvelle de tissu fibreux dans le tissu réticulé. Il s'agit dans ce cas de faisceaux de fibres de tissu conjonctif, faisceaux assez épais parfois et denses, dont les sections se colorent en rose par le carmin sur les pièces qui ont séjourné dans le liquide Muller et le bichromate d'ammoniaque. Ces faisceaux de tissu conjonctif commencent à se montrer le long des vaisseaux artériels et des capillaires, dont la paroi est d'abord épaissie par leur adjonction à la tunique externe ; de la tunique externe des artérioles et de la paroi épaissie des capillaires, ces faisceaux gagnent en étendue, et empiètent sur le tissu réticulé voisin en suivant les vaisseaux. Les vaisseaux dont la paroi est ainsi épaissie ne sont pas oblitérés, et la circulatiou continue à s'y effectuer normalement.

Lorsque cette production de tissu fibreux est abondante, elle se manifeste souvent sous forme de petits îlots clairs, transparents, colorés en rouge par le carmin, et qui suivent la direction des vaisseaux.

Ainsi la figure 11, planche XXIV, dessinée à un grossissement de 40 diamètres, montre à son centre la section transversale d'une artère, *v*, qui est entourée d'un anneau épais de tissu conjonctif clair et dense, lequel se continue par des îlots fibreux analogues, ayant une disposition rayonnante suivant les branches vasculaires, *b*, qui émanent de l'artère centrale.

J'ai représenté dans la figure 15, planche III, un de ces îlots de tissu fibreux à un fort grossissement. Au milieu de gros faisceaux de fibres du tissu conjonctif qui ont un aspect homogène, transparent et vitreux, on voit passer des capillaires qui y paraissent comme sculptés. Ces capillaires, *b*, présentent dans leur intérieur quelques cellules lymphatiques, *c*.

La figure 6, planche XXIII, représente aussi le dessin à un fort grossissement d'un fragment très-mince de ce tissu fibreux dense des ganglions tuberculeux. On y voit les cavités *a*, *d*, appartenant à de petits vaisseaux qui contiennent des cellules lymphatiques *c*.

J'ai eu l'occasion d'examiner plusieurs fois des ganglions

tuberculeux en suppuration, en particulier, dans ces derniers temps, les ganglions mésentériques tuberculeux et suppurés d'un cas du service de M. Gouguenheim, qui fait le sujet de l'observation XIV de la thèse d'agrégation de M. Spiellmann (1). Toutes les voies lymphatiques sont alors remplies de pus, comme cela a lieu dans la suppuration simple du ganglion. Le tissu réticulé fin, ramolli, qui baigne dans le pus, se détruit lui-même par une sorte de mortification, et il est rempli de cellules lymphatiques granuleuses. Lorsqu'on fait une coupe de ces ganglions, dont le centre est mou et détruit, on voit que le tissu réticulé cortical est assez bien conservé, bien qu'il présente des îlots tuberculeux et des oblitérations vasculaires ; mais ce tissu se continue avec les débris de tissu réticulé qui baignent dans le liquide et avec les détritus qui occupent le centre du ganglion. Dans les ganglions mésentériques suppurés très-volumineux observés dans le cas de M. Spiellmann, il y avait aussi une formation assez abondante de tissu conjonctif fasciculé.

Je ne parle pas ici de la complication si commune de la tuberculose avec l'induration noire ou ardoisée dans les ganglions bronchiques, parce que nous avons décrit ailleurs cette forme d'adénite chronique interstitielle. (*Manuel d'histologie pathologique* de MM. Cornil et Ranvier, page 59.)

Nous pouvons maintenant jeter un coup d'œil en arrière, et comparer les lésions tuberculeuses des ganglions avec l'adénite scrofuleuse. Pour le lecteur qui a suivi avec attention les descriptions que nous avons faites successivement des unes et de l'autre, il est de toute évidence que ce sont des processus différents, bien que leur terminaison par l'état caséeux soit la même. Dans la scrofule, en effet, les ganglions sont très-volumineux, tandis que dans la tuberculose ils restent petits ou ne présentent que très-rarement un grand développement. Dans la tuberculose, au début, les voies lymphatiques et les sinus périfolliculaires sont le siége d'une inflammation très-évidente et constante, caractérisée par l'accumulation de nombreuses cel-

(1) De la tuberculisation du tube digestif. Paris, Savy, 1878.

lules d'un volume assez considérable dans leur intérieur : c'est une sorte d'inflammation catarrhale. Dans la scrofule au début, rien de semblable ; on a affaire alors, au contraire, à une formation nouvelle de tissu conjonctif, à une adénite interstitielle.

Les productions ou formes caractéristiques de la période d'état sont, dans la tuberculose, des tubercules, c'est-à-dire de petits îlots formés de petites cellules rondes pressées les unes contre les autres, devenant rapidement caséeuses à leur centre, c'est-à-dire perdant leur noyau, devenant semi-transparentes et granuleuses, cohérentes les unes aux autres, en même temps que, dès le début, les vaisseaux sanguins sont oblitérés.

Dans la scrofule, la forme spéciale de la lésion de la période d'état consiste dans l'isolement, par le tissu conjonctif de nouvelle formation, de petits îlots du tissu réticulé, dont les mailles agrandies, limitées par des fibrilles épaissies et molles, contiennent de grandes cellules lymphatiques à noyau ovoïde et à protoplasma granuleux. Ces parties que nous appelons *îlots strumeux* se laissent facilement débarrasser de leurs cellules par l'action du pinceau, et ils sont réduits à leur tissu réticulé. Dans les tubercules, au contraire, ils est impossible de chasser les éléments par le pinceau : les cellules atrophiées font corps avec le réticulum.

Les îlots strumeux subissent, il est vrai, à un moment donné, une dégénérescence caséeuse, c'est-à-dire que leurs cellules s'atrophient et deviennent grenues en perdant leurs noyaux, Mais cette altération se fait en masse dans tout l'îlot strumeux, et elle est lente à se produire, tandis qu'elle est primitive et rapide dans les tubercules où elle commence au centre du tubercule. Il en est de même des oblitérations vasculaires qui, dans la tuberculose, sont primitives, de la même époque que le début des tubercules tandis qu'elles viennent tardivement dans les îlots strumeux et dans le tissu conjonctif qui les entoure.

L'apparition du tissu fibreux sous forme de faisceaux et de petits nodules, vient dans la tuberculose longtemps après son début, dans des ganglions atteints de tuberculose chronique, tandis que le tissu conjonctif embryonnaire se développe

autour des vaisseaux dès le début de l'adénite scrofuleuse.

Aussi, en entrant dans le détail histologique des lésions tuberculeuses et srofuleuses des ganglions, ne pouvons-nous pas admettre l'identité complète de ces lésions qui est professée par M. Thaon dans sa thèse de doctorat (1873) et dans un récent article du *Progrès médical.* M. Schüppel, qui donne comme la caractérisque de tubercules les *cellules géantes*, n'hésite pas à dire que les tubercules se rencontrent toujours dans les ganglions scrofuleux, puisqu'on y trouve aussi des cellules géantes.

Il est certain que les tubercules et les écrouelles ganglionnaires ont entre elles un air de parenté par la dégénérescence caséeuse, qui est leur stade ultime et commun, et par la facilité que possèdent les petites cellules du nodule tuberculeux, aussi bien que les grandes cellules lymphatiques de l'îlot strumeux, à cesser de vivre et à devenir granuleuses ; mais le début de la lésion et sa période d'état suffisent à établir une distinction anatomique. La distinction étiologique et clinique n'est pas moins nette.

Nous ne croyons pas qu'il soit nécessaire de faire le diagnostic anatomique des ganglions strumeux ou tuberculeux avec les ganglions atteints de leucémie, ou d'adénie et d'hypertrophie simple (lymphadénome). Les altérations anatomiques offertes par ces derniers sont en effet bien distinctes. Ils se montrent sur une surface de section, absolument homogènes, lisses, imbibés d'un liquide laiteux, uniformement colorés en blanc-grisâtre; leur examen histologique montre simplement une hyperplasie du tissu réticulé. Nous renvoyons du reste, pour ce qui les concerne, aussi bien que pour les ganglions de la fièvre typhoïde, à notre manuel d'histologie pathologique. (*Manuel d'histologie pathologique* de Cornil et Ranvier, pages 844.)

5. — De l'altération amyloïde des ganglions.

Nous n'avons pas l'intention de faire ici la description complète des lésions des ganglions amyloïdes, mais seulement de montrer quelle est la cause de leur hypertrophie, lorsqu'ils sont hypertrophiés.

Nous avons observé récemment dans une autopsie du service de M. le professeur Gosselin, à la Charité, et nous avons communiqué à la Société de biologie (séance du 2 mars 1878), un fait d'hypertrophie considérable des ganglions inguinaux dans un cas d'arthrite chronique suppurée de la hanche.

Les ganglions lymphatiques de la région crurale et inguinale du côté malade formaient un paquet volumineux, et les ganglions situés au-devant des vertèbres sacrées et lombaires, ainsi que les ganglions mésenteriques, étaient également hypertrophiés.

Les ganglions de la région crurale et inguinale étaient peu vascularisés, et donnaient peu de sang sur une surface de section. Certains d'entre eux avaient jusqu'à 4, 5 et même 6 centimètres dans leur plus grand diamètre. Leur forme ovoïde était conservée, et ils s'isolaient assez bien du tissu conjonctif voisin enflammé chroniquement. Les ganglions lombaires et mésentériques étaient moins gros et de couleur plus rouge.

Les glandes lymphatiques étaient amyloïdes, et il était facile de voir, avec un faible grossissement, sur les sections minces colorées avec le violet de Paris, violet de métylaniline de Lauth, des îlots de rouge-violet qui tranchaient sur le bleu-violet du reste de la section. Ces îlots amyloïdes siégeaient surtout dans la substance corticale, et consistaient dans des amas de gros corps réfringents formés par l'union de plusieurs cellules lymphatiques devenues amyloïdes et réunies. Ces îlots, qui ont été bien décrits par tous les anatomo-pathologistes, constituaient une dégénération localisée, autour d'artères malades, dans le tissu réticulé cortical du ganglion. Nons n'insisterons pas sur ce point, qui est connu. Nous avons surtout recherché dans ce fait la cause de l'hypertrophie des ganglions amyloïdes, en nous servant de la réaction du violet de Paris, qui permet de faire cette analyse dans ses plus minutieux détails.

Les préparations obtenues après durcissement dans l'acool pur, colorées par le violet de Paris, lavées à l'eau, ont été montées dans la glycérine saturée de chlorure de sodium et

d'alun (1). La glycérine, tenant en dissolution ces deux sels, ne permet pas la diffusion de la matière colorante. On reconnaît tout d'abord sur ces préparations la répartition de la dégénérescence amyloïde, qui porte sur certaines des artérioles et sur les capillaires qui en partent, dans le tissu réticulé seulement. Les vaisseaux du tissu caverneux central du ganglion ne sont pas amyloïdes; on voit aussi les petits îlots existant au milieu du tissu réticulé cortical, îlots formés par les blocs amyloïdes dont nous avons déjà parlé. Sur ces pièces, de même que sur celles qui sont colorées simplement au picro-carmin, lorsqu'on les étudie à un grossissement faible (40 à 80 diamètres), il est facile de constater que tout le ganglion est partagé par des cloisons assez épaisses en lobules. Chacun d'eux est formé par un îlot ou follicule de substance réticulée et, à son pourtour, par un lac ou sinus lymphatique très-large. L'îlot ou follicule de substance réticulée est formé d'un réticulum à mailles fines comblées par de petites cellules lymphatiques. C'est là que siégent les lésions amyloïdes quand il y en a, mais la plupart de ces îlots sont absolument normaux. Les sinus lymphatiques sont extrêmement larges, si on les compare à l'état ordinaire; ils montrent les tractus qui les traversent en unissant le tissu réticulé avec les cloisons fibreuses qui limitent la périphérie des sinus. Sur ces cloisons sont disposées soit de grandes cellules endothéliales aplaties, légèrement tuméfiées et granuleuses, qui adhèrent encore à la cloison, soit des cellules plus tuméfiées

(1) Dans le numéro d'avril des *Archiv fur pathologische Anatomie* de Virchow, M. Arthur Boetcher reproche à la méthode de coloration des organes atteints de dégénérescence amyloïde par le violet de Paris d'être de beaucoup inférieure à la réaction iodique. Il est certain que l'emploi simultané de ces deux réactions ne peut nuire; mais je soutiens que la coloration par le violet de Paris permet d'analyser complétement les modifications même très-légères et partielles qu'on observe dans les cellules et dans les fibres au début de l'altération amyloïde. De plus, contrairement à l'assertion de M. Boëtcher, les préparations colorées au violet et montées dans la glycérine, pourvu que la coloration ait été intense, se conservent absolument comme au moment où on les monte. J'en possède actuellement qui n'ont pas moins de quatre années. Lorsque la glycérine est employée pure, une partie de la matière colorante qui imprègne le tissu morbide diffuse dans la glycérine, et alors la coloration de la pièce est moins intense; mais, comme le remarque justement Böetcher, la couleur rouge reste bien fixée sur les parties amyloïdes. Lorsqu'on emploie la glycérine saturée d'alun et de sel marin, il n'y a point de diffusion.

et presque libres. De grandes cellules endothéliales desquamées et sphériques remplissent les espaces limités par les cloisons. Ces cellules possédent de deux à cinq ou six noyaux ronds ou ovoïdes. Les cloisons elles-mêmes sont épaissies.

On peut s'assurer de cette multiplication des noyaux et de cette hypertrophie des cellules endothéliales des sinus lymphatiques en examinant les préparations colorées au picro-carmin avec un grossissement de 200 à 300 diamètres. Ces cellules, dont le protoplasma est granuleux et turgide, et qui présentent une multiplication de leurs noyaux, attestent une inflammation portant sur l'épithélium du tissu caverneux lymphatique, de même que l'épaississement des cloisons fibreuses dénote une inflammation interstitielle des ganglions.

Les glandes lymphatiques sont donc atteintes d'une inflammation chronique, à la fois interstitielle et catarrhale dans les cas de dégénérescence amyloïde, consécutive à une inflammation chronique locale du genre de celle qui fait le sujet de cette observation. C'est cette inflammation chronique qui détermine surtout l'hypertrophie des glandes.

Dans le tissu réticulé, lorsqu'il était le siége de lésions amyloïdes, on trouvait les parois des artérioles et des capillaires de couleur rouge-violet, tandis que les cellules endothéliales et les globules du sang contenus dans la lumière de ces mêmes vaisseaux étaient de couleur bleu-violet. Le tissu réticulé en contact immédiat avec les capillaires altérés et avec les blocs amyloïdes était lui-même coloré en rouge-violet, tandis que partout ailleurs le tissu réticulé était violet-bleu. Les cloisons de ce tissu réticulé amyloïde étaient plus épaisses que celle du tissu réticulé normal.

La conclusion est donc que les ganglions lymphatiques en dégénérescence amyloïde plus ou moins avancée, lorsqu'ils sont hypertrophiés, sont atteints d'une inflammation chronique analogue à celle des ganglions syphilitiques et tuberculeux, portant sur leur tissu conjonctif et sur les cellules endothéliales du tissu caverneux et des sinus périfolliculaires. Le tissu réticulé des ganglions peut devenir amyloïde.

6. — Tumeurs des ganglions.

La pathologie des tumeurs des ganglions (fibromes, enchondromes, sarcomes, épithéliomes, carcinomes, etc.) peut se résumer en un mot : « Ils reproduisent fidèlement la forme anatomique de la tumeur primitive. » Quel que soit le tissu de la tumeur qui, par l'intermédiaire des vaisseaux lymphatiques, détermine une propagation secondaire ou infection d'un ganglion, ce ganglion présente les mêmes éléments, la même disposition des éléments, le même tissu morbide que la tumeur primitive. Ainsi, s'il s'agit d'une tumeur épithéliale à cellules cornées et à globes épidermiques, le ganglion le plus voisin montrera, dans un ou plusieurs des vaisseaux lymphatiques afférents situés dans sa capsule, une formation de cellules épithéliales avec tendance à la transformation cornée et à la formation de globes épidermiques. Le ganglion tout entier sera converti en lobules remplis de cellules et de globes épidermiques, lobules séparés par les tractus qui unissent la capsule au hile du ganglion.

Les ganglions infectés au voisinage d'une tumeur permettent quelquefois la détermination histologique de cette tumeur, mieux que la tumeur elle-même. C'est ce qui arrive par exemple dans les épithéliomes et carcinomes du col de l'utérus, dans lesquels la partie primitivement affectée est complétement ou presque complétement détruite par un ramollissement ulcératif ou gangréneux. Il est difficile alors d'examiner l'ulcération et de savoir par elle quelle est la nature du néoplasme. Mais, en pareil cas, les ganglions du petit bassin montrent parfaitement à quel genre de tumeurs on a affaire.

Si l'on a affaire à une tumeur épithéliale primitive à cellules cylindriques, le ganglion examiné sur une coupe montrera sa charpente fibreuse séparant des loges et cavités toutes tapissées par des couches de longues cellules cylindriques, et cette identité de la lésion ganglionnaire avec la tumeur primitive se rencontre constamment dans tous les autres genres de tumeurs.

Nous avons, par exemple, examiné récemment un petit gan-

glion enlevé par M. Théophile Anger, en même qu'une tumeur fibreuse du creux poplité chez une petite fille. L'aspect de ce ganglion, entouré de tissu cellulo-adipeux, était celui d'une petite tumeur fibreuse dure. En l'examinant sur des sections minces colorées au picro-carmin, après son séjour dans l'alcool, nous avons vu que la substance réticulée était partagée et dissociée par des tractus et des bandes assez larges de tissu fibreux. Le tissu réticulé conservé était parfaitement normal : ses fibrilles, aussi bien que ses cellules lymphatiques, ne présentaient aucune modification. Quant au tissu fibreux de nouvelle formation, il était composé de faisceaux de fibres assez épais, qui, sur une section, se montraient réfringents, qui se coloraient par le carmin, et qui étaient séparés par des cellules plates de tissu conjonctif.

On sait que le carcinome (1) se présente dans les ganglions lymphatiques avec les mêmes caractères que dans le tissu conjonctif, c'est-à-dire sous la forme d'alvéoles communiquant les uns avec les autres, cloisonnés par des fibres conjonctives denses, et remplis de grandes cellules épithéloïdes possédant de très-gros noyaux clairs à nucléole volumineux et brillant. Nous avons vu, dans un cas de carcinome ganglionnaire consécutif à un cancer mammaire, ces grosses cellules apparaître dans le tissu réticulé du ganglion. C'est ce que nous avons représenté dans la figure 21, planche XXVI. On y voit plusieurs mailles de tissu réticulé ganglionnaire dont les fibres sont épaissies et denses. Plusieurs de ces mailles contiennent de grosses cellules du carcinome très-caractéristiques. L'une d'elles n'en renferme qu'un, qui la remplit presque complétement.

Ce mode de développement nous a paru assez probant, parce

(1) Nous ne décrivons et nous n'avons en vue ici que le carcinome secondaire des ganglions. Cependant il existe des faits de carcinome primitif des ganglions (cancer rétro-péritonéal de Lobstein). MM. Colrat et Lépine ont décrit récemment un cas de carcinome des ganglions de la fosse sus-claviculaire et du cou, qui étaient les seules parties atteintes (*Revue mensuelle de médecine et de chirurgie*, mai 1878). Nous avons observé de notre côté, dans le service de M. le professeur Charcot, en 1863, un carcinome primitif des ganglions lombaires et inguinaux; mais nos souvenirs ne sont pas assez précis pour faire figurer ce cas dans notre travail.

qu'il s'agissait, dans ce cas, d'un carcinome observé chez une jeune femme, et à marche rapide, remontant à quelques mois seulement. C'était bien la trame du tissu réticulé fin qui devenait la trame du carcinome, et les mailles de ce tissu se remplissaient de grosses cellules. Ces dernières sont-elles des cellules lymphatiques transformées *in situ* ou des cellules transportées par les lymphatiques afférents ? C'est ce qu'il est difficile d'affirmer. Mais ce qui nous paraît certain, c'est que le développement du carcinome dans les ganglions se fait de la même manière que dans le tissu conjonctif avoisinant la tumeur primitive, lorsque celle-ci s'accroît. Dans les deux cas, les cellules épithélioïdes du carcinome se montrent d'abord dans les espaces et lacunes préexistants, dans les espaces du tissu conjonctif et dans les mailles du tissu réticulé ganglionnaire.

EXPLICATION DES PLANCHES.

Planche XXIII.

Fig. 1. — Section d'une partie d'un ganglion atteint d'adénite scrofuleuse obtenue après durcissement dans le liquide de Müller, la gomme et l'alcool, et coloration au picro-carmin. (Grossissement de 30 diamètres, oc. 2, obj. 2 de Hartnack.)

La préparation montre deux tissus distincts : des îlots, *e*, colorés en jaune-orangé (îlots strumeux), qui sont séparés les uns des autres par de larges bandes de tissu conjonctif embryonnaire, coloré en rouge par le carmin. Les deux îlots *c*, plus anciens et en partie caséeux, s'isolent du tissu conjonctif qui les entoure; *v*, vaisseau sanguin coupé en long; à la partie inférieure de la figure, on voit une artériole coupée en travers.

Fig. 2. — Section d'un îlot caséeux, *b*, entouré de tissu conjonctif lamellaire, *a*. L'îlot central est en grande partie détaché de la paroi. (Grossissement de 40 diamètres, oc. 4, obj. 2 de Hartnack.)

Fig. 3. — Section d'un ganglion scrofuleux donnant à un grossissement de 40 diamètres le même aspect que la figure 1 ; *a*, tissu conjonctif; *b*, îlots.

Fig. 4. — Préparation d'une partie d'un îlot strumeux obtenu à l'aide du rasoir sur un ganglion frais, aussitôt après son ablation, colorée au carmin et conservée dans la glycérine. (Grossissement de 300 diamètres, obj. 7, oc. 1 de Vérick.)

La periphérie de l'îlot montre un réticulum de fibres de tissu conjonctif, *a*, comprenant dans ses mailles des cellules lymphatiques, *c*.

Les fibrilles, *d*, du tissu réticulé de l'îlot sont tuméfiées et grenues; leurs mailles enserrent de grosses cellules à protoplasma granuleux pourvues de noyaux ovoïdes *b*.

Fig. 5. — A. Cellules isolées prises au milieu de l'îlot strumeux montrant, en *m*, leur protoplasma granuleux, en *n*, leurs noyaux ovoïdes:

B. Réticulum à mailles larges et à fibrilles grenues et transparentes du centre de l'îlot;

b, noyau, et *c*, protoplasme d'une de ces cellules comprise dans le réticulum. (Grossissement de 350 diamètres, obj. 8, oc. 1 de Vérick.)

Fig. 6. — Transformation fibreuse d'un ganglion atteint de tuberculose :

a, cavité appartenant à un vaisseau capillaire; *d*, vaisseau capillaire; *c*, cellules lymphatiques contenues dans un petit vaisseau sanguin (capillaire ou veinule). (Grossissement de 250 diamètres, obj. 7 de Vérick, oc. 1.)

Planche XXIV.

Fig. 7. — Préparation d'un îlot strumeux obtenu par une coupe à l'aide du rasoir sur un ganglion scrofuleux conservé dans moitié eau, moitié alcool, et faite un jour après l'opération. Cette préparation a été dépouillée par le pinceau de toutes les cellules comprises dans le réticulum :

b, vaisseau artériel d'où naît le réseau des capillaires*a*, *a*;

c, réticulum du tissu réticulé fin alvéolaire. (Grossissement de 80 diamètres.)

Fig. 8. — Une partie de ganglion tuberculeux, dont les cellules lymphatiques sont devenues transparentes ou colloïdes:

v, *v'* vaisseaux dont le contenu est formé par de la fibrine fibrillaire englobant des cellules lymphatiques. La fibrine et les cellules sont colorées en rouge par le carmin;

En *f*, on voit un capillaire avec ses cellules endothéliales;

a, tissu qui paraît homogène, et qui est formé de cellules colloïdes agglutinées, analogues à celles qui sont vues isolées en *c*. (Grossissement de 200 diamètres.)

Fig. 9. — Dessin de deux sinus lymphatiques périfolliculaires dilatés et primitivement remplis de cellules, qui ont été pour la plupart chassées par le pinceau. Ces deux sinus sont séparés par une bande de tissu conjonctif, *t*.

Le tissu réticulé fin des follicules montre ses fibrilles et mailles, *b*, et ses cellules lymphatiques, *d*. Les cavités des sinus, *a*, sont vidées en partie par le pinceau; cependant, quelques-unes montrent, soit de grandes cellules à plusieurs noyaux, *c*, soit de grandes cellules contenant, en même temps qu'un ou plusieurs noyaux, des globules rouges, *g*, en assez grande quantité. (Grossissement de 250 diamètres.)

Cette préparation provient d'un ganglion tuberculeux qui a été

injecté par un liquide composé de moitié alcool et moitié acide osmique, puis durci par le liquide de Müller, la gomme et l'alcool.

Fig. 10. — Cellules isolées provenant des sinus lymphatiques périfolliculaires d'un ganglion syphilitique. La préparation a été faite à l'état frais, aussitôt après l'ablation du ganglion :

a, *b*, grandes cellules contenant plusieurs noyaux : chacune d'elles contient un gros noyau ovoïde *m*, *m*, muni de deux ou plusieurs nucléoles, et, de plus, deux, trois ou quatre autres noyaux plus petits ;

n, *o*, cellules qui possèdent un seul noyau ;

p, *p'*, grandes cellules contenant dans leur protoplasma, en outre des noyaux, des globules sanguins. (Grossissement de 300 diamètres.)

Fig. 11. — Ilots fibreux, transparents, dans un ganglion tuberculeux. Au centre de la figure est une artéréole *v*, d'où partent des capillaires. Les îlots fibreux présentent une disposition rayonnant suivant les branches vasculaires *b*. (Grossissement de 40 diamètres.)

Fig. 12. — Un îlot colloïde examiné à un grossissement de 50 diamètres provenant d'un ganglion tuberculeux (obj. 3 de Verick, oc, 1, tube abaissé) :

l, partie colloïde cloisonnée par les fibrilles du tissu réticulé et par le réseau des capillaires *b*;

v, vaisseaux ;

s, une petite veine remplie de cellules lymphatiques et de fibrine.

Planche XXV.

Fig. 13. — Section passant à travers un ganglion tuberculeux enflammé :

c, capsule du ganglion ; *g*, lobule adipeux de la capsule ; *v*, *v*, *v*, vaisseaux sanguins dilatés de la capsule ;

s, sinus lymphatique périfolliculaire situé sous la capsule ; *s'*, sinus lymphatique périfolliculaire très-dilaté et rempli de grosses cellules ;

f, *f*, îlots ou follicules de tissu réticulé fin au milieu desquels se voient les coupes transversales de vaisseaux dilatés et remplis par le sang *n*, *n* ; *d*, *d*, tissu folliculaire finement réticulé, situé sous la capsule ganglionnaire, et parcouru par un réticulum de vaisseaux (artères et capillaires) *n*, *n*, remplis de sang. (Grossissement de 70 diamètres, obj. 3 de Verick.)

Fig. 14. — Sinus périfolliculaires du même ganglion que celui de la fig. 13, traités par le pinceau et débarrassés des grosses cellules qui les remplissaient :

f, *f*, tissu réticulé fin ; *n*, *n*, vaisseaux capillaires passant dans ce tissu ;

s, *s*, sinus lymphatiques dans lesquels on voit les tractus fins qui unissent les parois opposées des sinus. Entre ces mailles, on voit encore quelques grosses cellules, *c*. (Grossissement de 70 diamètres.)

Fig. 15. — Un îlot de tissu fibreux dans un ganglion tuberculeux :

a, faisceau de tissu fibreux ;

b, b, capillaires, les uns vides, les autres contenant des cellules lymphatiques, *c,* et de la fibrine granuleuse ou fibrillaire. (Grossissement de 250 diamètres.)

Fig. 16. — Vaisseau oblitéré par de la fibrine et des cellules lymphatiques au milieu d'une masse tuberculeuse d'un ganglion :

a, paroi du vaisseau; *c,* cellules lymphatiques contenues dans le vaisseau au milieu de fibrine fibrillaire et granuleuse; *b,* tissu du ganglion. (Grossissement de 100 diamètres, obj. 3 de Vérick, oc. 1.)

Fig. 17. — Oblitération d'un vaisseau au milieu de tubercules d'un ganglion :

d, tissu réticulé du ganglion ;

b, paroi du vaisseau; *c,* coagulation fibrineuse compacte, adhérente à la paroi, englobant des cellules lymphatiques situées au milieu de fines fibrilles de fibrine. (Grossissement de 100 diamètres.)

Fig. 18. — « Cellule géante » isolée en partie au milieu d'une granulation tuberculeuse dont le centre est caséeux :

n, masse granuleuse avec ses prolongements *p, p.* A la surface de cette masse granuleuse, on voit des noyaux ovoïdes. (Grossissement de 100 diamètres, obj. 3 de Vérick, oc. 1.)

Planche XXVI.

Fig. 19. — Coupe d'un ganglion syphilitique passant à travers les grands canaux lymphatiques dilatés et le tissu réticulé à larges mailles du centre du ganglion :

t, t, canaux lymphatiques très-élargis qui étaient remplis par de grandes cellules que l'action du pinceau a chassées; *e, e, e,* sinus lymphatiques cloisonnés et mailles du tissu caverneux lymphatique, vides ou plus ou moins remplis de cellules.

Les cellules, qui sont dessinées à un trop faible grossissement pour être reconnues avec leurs caractères, sont les mêmes que celles qu'on peut voir dans la fig. 13, planche XXV ; dans la fig. 9, planche *c,* XXIV, et en *a, b,* etc., fig. 10, planche XXIV.

Cette figure, destinée à donner une vue d'ensemble, est dessinée à un grossissement de 30 diamètres.

Fig. 20. — Coupe d'un ganglion syphilitique destiné à montrer la disposition des sinus périfolliculaires et du tissu folliculaire. (Grossissement de 25 diamètres) :

a, tissu conjonctif de la capsule du ganglion; *b,* lobules adipeux de la capsule ; *c,* artère ; *v,* veine de la capsule ;

Les sinus périfolliculaires *l, l, l,* sont extrêmement dilatés, et ils étaient primitivement tous remplis de grosses cellules qui ont été par places chassées en partie par la manipulation de la préparation et par l'action du pinceau ;

m, tissu réticulé fin du follicule; *n,* cavités lymphatiques.

Fig. 21. — Fragment d'une préparation de ganglion carcinomateux. (Grossissement de 300 diamètres.)

La presque totalité des figures a été dessinée à la chambre claire.

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR

L'INFLAMMATION DES TENDONS

Par V. FELTZ

Lauréat de l'Institut,
Professeur à la Faculté de médecine de Nancy.

PLANCHE XXVII.

I. — *Objet de ce travail.* — Depuis les premières recherches de Henlé sur les éléments cellulaires des tendons, nombre d'histologistes (1) se sont occupés de cette importante question, tant au point de vue de la forme qu'à celui de la nature de ces éléments anatomiques.

Si les auteurs se sont mis d'accord sur les dispositions morphologiques de ce qu'ils ont successivement appelé cellules tendineuses, cellules plates, corpuscules et tubes des tendons, il n'en est pas de même pour l'essence de ces éléments anatomiques, que les uns considèrent encore aujourd'hui comme des cellules endothéliales, les autres comme des éléments fibroplastiques.

(1) Henle. *Allg. anatomie* L. p. z. 1851, et *Handbuch des Anatomie,* L. p. z. 1855.
F. Boll. *Arch. für mich. anat.*, vol. VII, p. 277.
L. Lowe. *Wiener med. Jasrb.*, vol. III, p. 303 et suiv.
Ranvier. *Traité d'histologie,* p. 350 et suiv.
Legoff et Ramonat. *Journal d'anatomie de Robin,* 1875, n° 1.
Grussendorf in *Henlé et Pfeufer Zeitschrift,* vol. XVI, p. 186.
Kölliker. *Éléments d'histologie.* — Tissu connectif.
Morel. *Traité d'histologie normale et pathologique.*
Robin. *Anatomie et pathologie cellulaires,* p. 405 et suiv.
Waldeyer. *Uber Bindegewebzille, Arc. f. mirk. anat.* 1873.
Grünhagen. *Notice uber die Sehnenkorper. Arch. f. microck. anat.* 1873.
Frey. *Traité d'histologie.* Trad. Spillman, p. 245.
J. Feltz. *De la régénération des tendons* (Thèse, Strasbourg 1868).
V. Feltz. *Et. expérimentale sur l'inflammation de la cornée.*
Journal de l'anatomie et de la physiologie, de M. Ch. Robin, 1870.
J. Picot. *Les grands processus morbides,* art. *Inflammation,* Paris 1876.

C'est pour jeter quelque jour sur ce dernier point que j'ai entrepris l'étude expérimentale actuelle. J'ai essayé d'enflammer les tendons des muscles fléchisseurs de la patte de la Grenouille et les tendons terminaux de la queue de la Souris, j'ai de plus réséqué certains tendons du Lapin.

En assistant aux modifications que subissent les différents éléments du tissu tendineux, principalement à celles qui s'accomplissent dans les cellules, j'ai cherché à voir si le processus inflammatoire évolue comme dans le tissu conjonctif ou comme dans les épithéliums.

II. — *Procédés opératoires.* — Après avoir mis à nu sur différents points les tendons des fléchisseurs de la patte des grenouilles et les petits cordons tendineux de la queue de jeunes souris, j'y passe de fins fils de fer en nombre de deux ou trois, séparés les uns des autres de 5 à 6 millimètres; je remets ensuite les animaux dans leurs conditions habituelles.

De 24 en 24 heures, j'excise les tronçons tendineux portant les anneaux métalliques ; j'isole très-exactement les cordonnets lésés de leurs voisins, et je les traite suivant la méthode de Ranvier, par le picro-carminate, après les avoir étendus sur le porte-objet et fixés à leurs extrémités. Le picro-carminate colore les fascicules tendineux au bout de 20 à 30 minutes. Après lavage à l'eau distillée et addition de glycérine acidulée par l'acide acétique, j'ai pu procéder à l'observation microscopique.

Le procédé de Legoff et Ramonat donne également de bons résultats : l'on plonge les tendons porteurs d'anses métalliques pendant cinq minutes dans l'acide acétique au centième, puis on les lave, et on les met pendant le même temps dans une solution de chlorure d'or au centième ; après cela on les laisse dans la solution acétique jusqu'à ce qu'ils se soient colorés en un beau violet. Il est nécessaire, pour que le dépôt de l'or se fasse bien régulièrement, de ne pas exposer les préparations à une lumière trop intense. — Lorsqu'on ne peut procéder immédiatement aux investigations histologiques, on peut durcir les tendons en les laissant pendant 24 heures dans l'alcool absolu, et

les colorier ensuite par le picro-carminate d'ammoniaque. L'emploi de l'acide chromique, suivant le mode habituel, peut également rendre de très-bons services. En procédant comme il vient d'être dit, il m'a été très-facile d'examiner l'état des tendons blessés, jour par jour, tant sous le rapport de l'anatomie microscopique que sous celui de l'histologie.

Pour éviter l'inflammation suppuratoire, l'on n'a qu'à retirer les fils métalliques le troisième ou le quatrième jour ; le travail de réparation commence, en ce cas, immédiatement. Les tendons réséqués sur le Lapin suppurent rarement, si l'on opère la division par ponction sous-cutanée.

Je décrirai successivement les modifications que j'ai pu observer dans les deux cas.

III. — *Phénomènes macroscopiques.* — Des tendons transpercés par les fils métalliques, commencent dès le deuxième ou troisième jour à présenter, au niveau des points d'irritation, des changements de couleur et de volume : ils perdent leur aspect nacré, deviennent lactescents et s'épaississent d'une manière très-sensible ; les altérations sont surtout accentuées dans la zone la plus voisine des anses, elles vont en diminuant insensiblement à mesure qu'on s'éloigne des points de perforation. La diminution de résistance du tissu enflammé, ne commence que vers les quatrième et cinquième jours; elle tient d'une part à ce que le corps irritant coupe les fibres tendineuses qui le touchent, d'autre part à un véritable ramollissemeut du tissu. L'anse métallique devient de plus en plus mobile, et finit par tomber vers le dixième ou le douzième jour. La solution de continuité ainsi produite ne persiste pas longtemps, elle est presque immédiatement comblée par du tissu de nouvelle formation, d'abord mou, gélatiniforme, qui devient assez rapidement fibreux, et qui se distingue du reste de tendon par la nodosité blanche opaque qu'il constitue, et qui persiste très-longtemps.

Si l'on étend un tendon enflammé et non encore sectionné par le travail ulcératif sur la plaque d'un microscope de dissection, il est facile de s'assurer à l'aide d'aiguilles que les faisceaux fibrillaires, qui constituent le cordon tendineux par leur

juxtaposition parallèle, sont les uns bien réellement coupés, les autres dissociés, isolés les uns des autres par une substance semi-liquide ou liquide jaunâtre, analogue à un exsudat séro ou fibrino-purulent.

Les faisceaux de constitution du tendon sont aussi, à un moment donné, plus ou moins ramollis ; car, contrairement à ce qu'on voit à l'état normal, ils se laissent assez facilement écraser et même rompre par de faibles tractions.

Lorsque la chute du fil se fait longtemps attendre, l'on a parfois des tronçons tendineux qui sont comme nécrosés.

La vascularisation n'est sensiblement augmentée que sur des gaînes tendineuses.

Le changement de coloration que subit le tendon enflammé, tient évidemment aux changements de rapports des faisceaux, séparés les uns des autres par le liquide que je viens de mentionner, et aux altérations moléculaires éprouvées par la substance même des fibrilles élémentaires.

L'augmentation de volume s'explique par les mêmes causes : infiltration de tissu par un produit néoplasique, dont les caractères varient avec l'intensité et la durée du processus morbide.

La gaîne cellulaire du tendon, plus ou moins sillonnée par des vaisseaux gorgés de sang, est très-souvent soulevée par l'exsudat puriforme sur une étendue assez considérable ; parfois le pus ne distend cette enveloppe que sur de petits points limités, qui présentent alors l'aspect de vésicules miliaires opaques. Ces lésions, que j'appellerais volontiers périphériques par rapport aux premières, qui sont centrales, ne se manifestent que très-tard, lorsque le fil est sur le point de tomber ; elles sont donc réellement consécutives et analogues à celles qui surviennent dans le périoste à la suite de certaines altérations profondes du tissu osseux.

Il est essentiel de faire cette distinction, car autrement on pourrait penser que les faisceaux qui constituent le tendon ne s'altèrent que par l'infiltration du pus de la périphérie dans la gangue inter-fasciculaire.

L'inflammation des tendons s'étend rarement aux tissus voisins.

En résumé, la dissection des tendons suppurés démontre que le processus morbide consiste en un ramollissement progressif des fibrilles tendineuses, au niveau et dans le voisinage de la lésion traumatique, sous l'influence d'un tissu néo-plastique puriforme qui isole d'abord les faisceaux les uns des autres, et altère ensuite leur nutrition au point de les faire tomber en gangrène moléculaire.

Si l'on retire les fils métalliques avant ce moment, dès le quatrième ou le cinquième jour, le gonflement du tendon est pour ainsi dire le seul signe visible avec la décoloration. La suppuration, en ce cas, est très-rare ; la solution de continuité produite par le fil disparaît très-rapidement, dès le dixième ou douzième jour ; l'état normal peut se rétablir, en dehors toutefois d'une certaine tuméfaction qui persiste plus ou moins longtemps.

Il est très-rare aussi, en cette occurence, d'observer des lésions du côté de la gaîne du tendon, abstraction faite toutefois des perforations résultant du passage des fils.

La dissection la plus minutieuse sous la loupe du microscope, ne montre que bien peu de vaisseaux sanguins dans l'intérieur même du tendon enflammé ; et, si hypérémie il y a, elle est certainement bien insuffisante ici, comme dans la cornée, pour permettre d'expliquer l'infiltration purulente du tissu tendineux par la diapédèse des globules blancs du sang.

IV. — *Phénomènes microscopiques.* — Sous le microscope, le tendon, si petit qu'on le choisisse, se compose de faisceaux placés parallèlement les uns à côté des autres ; chaque faisceau est constitué à son tour d'un ensemble de fibrilles conjonctives, très-minces, allongées, cylindriques, que l'on peut assez facilement dissocier avec des aiguilles, surtout si l'on fait préalablement subir au tendon l'action de l'acide picrique. Il n'y a pas d'éléments cellulaires entre ces fibrilles; la coction y fait découvrir quelques fibrilles élastiques isolées ou anastomosées les unes avec les autres. L'on rencontre entre les fascicules de

tissu tendineux des séries également parallèles d'éléments anatomiques cellulaires, dont les formes varient avec les espèces animales et avec l'âge. (Voy. fig. 1, 2, 3 et 4.) Chez les jeunes animaux et chez les Grenouilles, ces cellules sont plus ou moins aplaties, juxtaposées bout à bout, de façon à figurer un ruban plus ou moins large. Chaque compartiment de la bandelette est une cellule ayant un ou deux noyaux ovoïdes, que le picro-carminate colore davantage. (Voy. fig. 2 et 3.)

D'après M. Ranvier, ces éléments cellulaires ont des expansions membraneuses très-fines, en forme d'ailerons, qui, partant des bords de l'enveloppe cellulaire, s'étendent latéralement entre les fascicules voisins, de manière à donner à ces cellules une dimension trois ou quatre fois plus considérable que celle qu'on leur attribue de prime abord. Lorsqu'on ne fait pas subir aux tendons les préparations préalables dont j'ai parlé plus haut, l'on ne voit entre les faisceaux tendineux que des traînées de bâtonnets analogues à celles que l'on obtient en tendant outre mesure les préparations où l'on distinguait tout à l'heure les rubans cellulaires. (Voy. fig. 4.) Sur les animaux adultes, on ne distingue, au lieu et place des plaques rhomboïdes que je viens de décrire, que des lignes de corpuscules à noyaux allongés : chaque noyau est entouré d'une masse protoplasmique qui se termine, à chaque bout du grand axe de l'élément du tendon, par des prolongements filiformes qui vont se confondre avec les extrémités caudales effilées des éléments placés immédiatement au-dessous et au-dessus. (Voy. fig. 1.) Chez les animaux vieux, il est, la plupart du temps, impossible d'obtenir des préparations nettes ; on dirait que le tissu tendinenx proprement dit, a étouffé complétement sous sa masse les éléments cellulaires. Toutes les préparations de tendons embryonnaires, jeunes, adultes ou vieux, me font penser qu'il s'agit ici de cellules fibro-plastiques fusiformes, d'abord disposées en traînées rubanées, qui subissent des modifications morphologiques en rapport avec la condensation progressive que le temps et des conditions de nutrition spéciales amènent dans le tissu fondamental des tendons ; l'on dirait qu'à mesure que le tissu tendineux se fixe davantage,

il étrangle de plus en plus, par la compression que son entier développement exerce sur le tissu inter-fasciculaire, les bandelettes cellulaires qui représentent des tubes de nutrition ou de génération.

Sous ce rapport, on pourrait comparer les traînées de cellules tendineuses aux cellules vasculaires des plantes.

Les sections transversales des tendons faites suivant la méthode indiquée par M. Ranvier, ne laissent pas de doute sur l'existence de lacunes anguleuses situées entre les faisceaux ; ce ne sont nullement des corps cellulaires, comme le croyait Wirchow, mais des espaces limités par la gangue conjonctive de la gaîne d'enveloppe des fascicules, peut-être par des expansions en ailettes intra-fasciculaires des éléments cellulaires, dans lesquels se trouvent, comme le dit Frey, les cellules dont il vient d'être question.

Quant aux coupes des fibrilles composant le fascicule, elles se trouvent représentées par la juxtaposition des points opaques, très-serrés les uns contre les autres.

La première modification que l'on saisisse, au microscope, dans les tendons irrités par les anses métalliques, consiste en un gonflement des éléments cellulaires interfasciculaires, et en une altération de leur protoplasma, qui devient plus grenu, plus trouble qu'il n'est à l'état normal. (Voy. fig. 6 et 11.)

De cet épaisissement des corps cellulaires résultent de véritables déformations moniliformes ou variqueuses, si bien que l'espèce de bandelette plate primitive, empiète en beaucoup de points sur les fascicules tendineux. Les intersections cellulaires deviennent aussi à ce moment moins apparentes, de telle sorte qu'il semble s'établir une fusion entre le protoplasma de deux ou de plusieurs cellules superposées; les noyaux sont moins distincts, probablement à cause du gonflement et des changements moléculaires survenus dans le protoplasma cellulaire. (Voy. fig. 11 et 5.) A ce stade initial du processus inflammatoire, que j'appellerai l'hypertrophie du protoplasma, succède la multiplication des noyaux, qui s'opère, soit par segmentation du protoplasma modifié, soit par division des noyaux primitifs,

soit plutôt par genèse directe, car elle est tellement rapide qu'il est bien difficile, sinon impossible, de saisir la division des noyaux primitifs ; de plus, les noyaux nouveaux sont loin d'avoir les mêmes formes et les mêmes dimensions. (Voy. fig. 6.) Quant aux enveloppes cellulaires proprement dites, il est bien certain qu'elles ne se divisent pas. Les formes oscillent entre la sphère et l'ovoïde plus ou moins allongés ; les diamètres entre $0^{m}.0017$ et $0^{m}.02$.

Les noyaux de nouvelle production remplissent, au bout de quelques heures, tout le protoplasma cellulaire, d'où résulte une nouvelle augmentation de volume des éléments cellulaires et des déformations plus accentuées encore des bandelettes primordiales ; il vient un moment où les faisceaux tendineux sont entourés de toutes parts par les noyaux de nouvelle formation, qui s'insinuent entre eux de façon à les isoler complétement les uns des autres, et à leur constituer de véritables gaînes de tissu embryoplastique. (Voy. fig. 6.)

Cette nouvelle disposition peut s'expliquer de deux manières : soit par la rupture des enveloppes cellulaires et l'épanchement du protoplasma et des noyaux qui se forment incessamment, et qui finissent par occuper tout le tissu périfasciculaire, soit encore par une distension progressive des enveloppes cellulaires et de leurs dépendances, les ailerons dont certains auteurs dotent les cellules plates. En ce cas, les bandelettes cellulaires feraient place à de véritables tubes anfractueux remplis, bourrés de noyaux embryoplastiques. Dans cette seconde hypothèse, l'infiltration périfasciculaire généralisée ne serait qu'apparente, les noyaux et le protoplasma étant toujours contenus dans les anfractuosités résultant du déplissement des prolongements latéraux, des crêtes que les auteurs signalent sur les cellules plates comme s'insinuant entre les fascicules juxtaposés.

Les sections transversales des tendons enflammés montrent très-bien l'infiltration préfasciculaire ; on distingue sur les préparations la coupe des renflements qui représentent les cylindres interfasciculaires et les lignes de noyaux qui contournent

plus ou moins chaque faisceau, et qui représentent la coupe des ailerons. (Voy. fig. 10.)

Je ne saurais m'empêcher de rapprocher des premiers stades de l'inflammation des tendons que je viens de décrire ce que M. Robin dit, page 405 de son *Anatomie cellulaire*, du mode de génération et d'évolution des fibres lamineuses.

« Dans les organes précités on constate, en effet, la soudure bout à bout de cellules fibro-plastiques fusiformes, d'abord disposées en traînées rubanées ; elles forment ainsi des bandelettes pâles avec des noyaux ovalaires de distance en distance, renflées, un peu grenues vers le niveau de ceux-ci. Souvent ces noyaux sont en voie de segmentation transversale ou segmentés, et forment alors des séries de noyaux contigus comme dans les faisceaux striés musculaires en voie de formation. Souvent il y a en même temps segmentation de la substance cellulaire finement grenue qui les entoure, et qui forme alors autant de petits corps de cellules qu'il s'est produit de noyaux. Seulement, la paroi propre cellulaire des cellules fusiformes, ne se segmente pas et forme une enveloppe à ces cellules.

« La segmentation qui vient d'être indiquée continuant, la bandelette, qui était d'abord monifiliforme, prend un diamètre égal ou à peu près, dans toute son étendue, et se trouve ainsi amenée à l'état de tube contenant les noyaux et en voie de segmentation : c'est là ce qui a pu être décrit sous le nom de cellules tubulées des tendons. »

Le premier stade de l'inflammation tendineuse semble donc être la reproduction fidèle de l'état embryonnaire ; il peut se résumer en l'apparition de noyaux et de cellules embryoplastiques nés aux dépens des éléments cellulaires modifiés préalablement dans leur nutrition, comme l'indiquent les altérations très-saisissables de leur protoplasma. On trouve une nouvelle preuve de cette identité, entre les deux processus dont il est question pour le moment, dans la manière dont se comporte le tissu embryonnaire de nouvelle formation dans certains cas : en effet, si l'on enlève les anses métalliques au stade de la multiplication des noyaux, l'on évite presque toujours la période

dite de suppuration, et l'on peut assister en quelque sorte, les jours subséquents, à une véritable formation du tissu conjonctif; l'on voit ainsi nombre de noyaux embryoplastiques devenir des centres de cellules fusiformes, qui restent isolées ou qui s'anastomosent bout à bout par leurs prolongements filiformes formés à chaque extrémité de leur grand axe, d'où finalement la production de fibres véritables, cicatricielles; les noyaux qui ne prennent pas type tombent en dégénérescence granulo-graisseuse et se résorbent. (Voy. fig. 7.)

L'étude de la cicatrisation des tendons que l'on sectionne chez le Lapin ou tout autre animal, ne laisse pas de doute sur ce mode de reproduction du tissu fibreux; c'est bien aux dépens du tissu embryonnaire, né surtout des surfaces de section du tendon et non de sa gaîne, que se fait la cicatrice: la meilleure preuve en est la continuation de celle-ci, qu'elle soit embryonnaire ou fibreuse, dans les deux bouts des tendons, où l'on reconnaît très-bien l'adjonction du nouveau tissu. (Voy. fig. 7.) Il se passe ici quelque chose d'analogue à ce que nous avons vu dans notre étude de la reproduction du tissu osseux. (*Recherches expérimentales sur la régénération du tissu osseux*, journal de M. Robin, juill. 1876.)

Tant que l'inflammation ne dépasse pas la période de formation des noyaux embryoplastiques, les fibrilles primitives des tendons ne subissent pas de modifications bien sensibles ; elles reviennent, en tous cas, très-rapidement à leur état normal.

Lorsque les anses métalliques ne sont pas retirées à temps, ou lorsque, pour ces raisons ou d'autres, l'inflammation prend d'emblée un caractère malin, le processus peut se modifier de diverses manières :

a) Il arrive souvent que le protoplasma hypertrophié, comme nous l'avons vu dans le premier stade de l'inflammation, s'accumule de plus en plus dans les lacunes interfasciculaires, ne donne pas naissance à des noyaux embryoplastiques, et perd, au contraire, ceux que l'on voyait à l'état normal: ceux-ci se désagrégent. Toute la masse finit par se résoudre en granulations moléculaires albumino-graisseuses, sans qu'il s'y développe des formations histologiques *quelconques*. (Voy. fig. 8.)

Les fascicules tendineux proprement dits, isolés les uns des autres par ces produits, impropres à assurer les échanges nutritifs réguliers, deviennent granuleux à leur tour, se molécularisent en quelque sorte, si bien qu'à un moment donné, ils ne sont plus représentés que par quelques débris de tissu conjonctif sous forme de filaments blanchâtres. L'ensemble de ce mode de destruction du tissu tendineux, peut être dénommé dégénérescence albumino-graisseuse ou colloïde. (Voy. fig. 12.)

b) Tout aussi bien que l'on voit souvent, dans le processus inflammatoire, le protoplasma cellulaire hypertrophié être incapable, par suite de sa constitution moléculaire initiale, d'assurer l'existence des noyaux normalement existants, ou de fournir les matériaux nécessaires à la formation directe ou indirecte de tout noyau ou de toute cellule embryoplastique, il peut se faire (et cela arrive surtout lorsqu'on laisse en place les anses métalliques, ou encore dans certaines dispositions organiques dites diathèses permanentes ou transitoires) que le protoplasma initial, dont l'augmentation de masse est le premier signe du travail inflammatoire, donne lieu, soit par sa segmentation directe, soit par un phénomène de genèse, à des produits morphologiques inhabiles d'emblée à prendre le type de n'importe *quel tissu jeune.*

Les éléments, en quelque sorte mort-nés, nous sont précisément la caractéristique de tout liquide purulent. Ils subissent, d'une façon passive pour leurs formes, leur volume, l'absence ou la présence de noyaux, les conditions des milieux liquides où ils se trouvent, d'où les dénominations, différentes pour un seul et même élément, de leucocytes, de cellules de pus, globules granuleux, corpuscule de Gluge ou de noyaux pyoïdes. (Voy. fig. 9.) Ils diffèrent donc totalement des noyaux embryoplastiques, dont ils ne sont même pas le cadavre, suivant la pittoresque expression de Kuss, car autrement ils jouiraient, ne fût-ce qu'un instant, des propriétés inhérentes à la matière organisée des éléments embryoplastiques proprement dits. Il n'y a que des modifications moléculaires relevant essentielle-

ment des phénomènes de nutrition qui puissent, par la rénovation du protoplasma, assurer le retour de toute tendance à une formation organique définitive. Les fibrilles tendineuses subissent, dans l'inflammation supurative, les mêmes altérations que dans la dégénérescence albumino-graisseuse ; elles s'atrophient, deviennent granuleuses, et finissent par se résoudre en une poussière organique à *grains* ou *molécules plus ou moins épais.* (Voy. fig. 12.)

Les conclusions que nous pouvons tirer de ce travail sont les suivantes :

Les éléments anatomiques cellulaires que l'on trouve dans l'intimité des tendons varient, dans leurs formes, suivant les espèces animales et suivant leur âge, depuis la cellule plate jusqu'à la lacune tubulée et le corpuscule fusiforme. Ils relèvent du tissu conjonctif lamineux, comme le démontrent le mode de développement et les modifications qu'ils subissent en cas d'inflammation.

Les altérations de nutrition qu'entraîne une action traumatique, telle que la perforation des tendons par un fil métallique ou une section sous-cutanée, portent, en premier lieu, sur le protoplasma des éléments cellulaires ; celui-ci augmente de masse, devient plus granuleux : d'où des déformations de cellules et l'apparence de tubes interfasciculaires moniliformes ou cylindriques ; les noyaux sont moins apparents, en raison de l'opacité relative du nouveau protoplasma ; les enveloppes cellulaires se déchirent souvent, et le protoplasma, devenu libre, s'infiltre entre les fascicules tendineux.

Le protoplasma, modifié dans sa forme et ses rapports, comme nous venons de le voir, se comporte différemment, suivant sa constitution moléculaire et chimique, qui varie, tant par suite de dispositions diathésiques permanentes ou passagères, que par suite de l'intensité et de la durée de l'action traumatique. C'est ainsi que nous le voyons parfois subir d'emblée une dégénérescence albumino-graisseuse qui entraîne la fonte des noyaux primitifs, la dissociation des fascicules d'abord, et leur fragmentation moléculaire ensuite.

D'autres fois naissent dans l'intimité du protoplasma, soit par division des noyaux primitifs, soit par segmentation multiple de sa masse, soit plutôt par un phénomène de genèse directe, des corpuscules inhabiles à prendre le type de n'importe quel tissu jeune; ces éléments, en quelque sorte mort-nés, sont la caractéristique de tout liquide purulent, et constituent les formes morphologiques de toute suppuration. Souvent enfin se montrent, dans le protoplasma, des noyaux embryo-plastiques, dont les uns subissent la dégénérescence granulo-graisseuse, et se résorbent, tandis que les autres deviennent des centres de formation de fibres lamineuses nouvelles, et assurent ainsi une cicatrisation définitive, si bien que l'on peut dire que les régénérations tendineuses, consécutives aux sections, se font bien plus par le tendon même que par sa gaîne.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XXVII.

Fig. 1. — Tendon normal d'un Lapin. — Traînées de corpuscules conjonctifs interfasciculaires. (Gross. 350.)

Fig. 2. — Tendon normal de la queue d'une Souris. — Séries de cellules plates isolés les unes des autres par suite du mode de préparation. (Gross. 350.)

Fig. 3. — Tendon normal d'une Grenouille. — Bandelettes de cellules plates interfasciculaires avec leur noyaux ovoïdes. (Gross. 350.)

Fig. 4. — Tendon normal de la queue d'une jeune Souris. — Cellules tubulées avec leurs noyaux allongés. (Gross. 250.)

Fig. 5. — Début de l'inflammation. — Hypertrophie et état granuleux du protoplasma cellulaire; les noyaux sont moins apparents pour cause du trouble protoplasmique. (Gross. 400.)

Fig. 6. — État tubuleux des cellules du tendon confondues les unes avec les autres, et distendues par un protoplasma très-riche, en noyaux embryoplastiques. (Gross. 400.)

Fig. 7. — État d'organisation conjonctive de ce protoplasma aux dépens des noyaux embryoplastiques dans l'extrémité d'un tendon réséqué. (Gross. 350.)

Fig. 8. — Dégénérescence albumino-graisseuse du protoplasma modifié par l'inflammation, et disparition des noyaux normaux. (Gross. 350.)

Fig. 9. — Génération de globules de pus dans le protoplasma interfasciculaire.—Les globules sont de différents diamètres. (Gross. 400.)

Fig. 10. — Coupe tranversale d'un tendon suppuré. — Les fascicules tendineux sont entourés de toute part par des globules de pus.

Fig. 11. — Disparition des intersections cellulaires au début de l'inflammation, formation de tubes moniliformes par suite de l'hypertrophie du protoplasma : les noyaux sont encore distincts. (Gross. 400.)

Fig. 12. — Dégénérescence granuleuse ou moléculaire des fibres tendineuses dans les inflammations suppurées ou albumino-graisseuses.

MÉMOIRE

SUR

LES CHEYLÉTIDES PARASITES

Par Pierre MÉGNIN

Lauréat de l'Institut de France (Académie des sciences).

PLANCHES XXVIII à XXXI.

Les parasites, c'est-à-dire les êtres qui vivent aux dépens d'autres êtres vivants, sont tellement nombreux dans la nature qu'un naturaliste éminent, Van Beneden, a pu faire un gros livre, rien qu'en énumérant les animaux parasites d'autres animaux, et en laissant de côté les innombrales parasites des végétaux. Dans le livre en question, intitulé *Commensaux et Parasites*, qui est dans les mains de tous ceux qui s'occupent d'histoire naturelle, et qui est des plus intéressants et des plus instructifs, malgré quelques erreurs graves qui le déparent (2), l'auteur a divisé les Parasites en trois classes : il nomme *commensaux* ceux qui s'attachent à un animal, non pas pour vivre à ses dépens, mais pour profiter des restes de sa table ; il nomme *mutualistes* ceux qui, vivant exclusivement des excrétions naturelles des animaux, jouent sur leur peau ou sur leurs muqueuses le même rôle que les chiens de Constantinople jouent dans les rues de cette ville, c'est-à-dire qu'ils exécutent un véritable travail de voirie : ils font, en un mot, la toilette de leur hôte ; enfin, l'auteur fait une troisième classe avec les *parasites* proprement dits, c'est-à-dire avec ceux qui ont besoin pour vivre des humeurs qui entretiennent la propre vie de leur hôte.

(1) Ce volume a été publié dans la *Bibliothèque scientifique internationale*.

(2) Sur les métamorphoses des œstres, par exemple, dont toutes les phases, suivant lui, se passeraient dans le corps des animaux qui les nourrissent, ce qui n'est pas.

A l'égard de ces derniers, nous devons dire que nous sommes loin de partager toutes les vues de l'auteur : en effet, de ce que la plupart des parasites de cette classe ne mettent pas immédiatement en danger la vie de leur hôte, et que beaucoup même ne la mettent pas en danger du tout, est-ce à dire que tous les vrais parasites soient inoffensifs, et qu'il faille, comme l'auteur, adopter cette définition de Saint-Fargeau : « Le parasite est celui qui vit aux dépens d'autrui en mangeant son bien et non pas en mangeant sa nourrice même? » Nous savons fort bien que les Puces, les Punaises, les Poux, certains Vers intestinaux même, peuvent vivre à nos dépens sans intéresser réellement notre santé; mais cela autorise-t-il à dire, comme Van Beneden, que la présence de plusieurs tœnias dans les intestins de l'homme constitue un état de santé enviable? Nous savons aussi, par expérience, que le Sarcopte scabiei, entre autres, tue en quelque mois les plus grands Pachydermes et les plus terribles Carnassiers, aussi sûrement que le Phylloxera tue la vigne, et cela sans faire choix de prétendus valétudinaires qui n'existent que dans l'imagination des émules de Saint-Fargeau.

Les vrais parasites doivent donc être subdivisés en deux sous-classes principales : les parasites inoffensifs et les parasites dangereux ou pathogéniques, entre lesquels se placent encore de nombreuses subdivisions.

Les Acariens fournissent des parasites appartenant à toutes les classes de Van Beneden et à leurs subdivisions : ainsi les Gamases, que l'on trouve quelquefois en foule sur le corselet des coléoptères orduriers, sont de vrais *commensaux libres* ; ils n'empruntent à leur hôte que le véhicule, et vivent des parties humides des bouses et des fumiers dont ces derniers font leur nourriture. Leurs congénères, les Uropodes, que l'on trouve souvent attachés par leur curieux pédoncule aux Staphylins (1), sont des *commensaux fixes* ; les Sarcoptides plumicoles et glyri-

(1) Le pédoncule des Uropodes, d'après l'étude que nous en avons faite, est un produit d'excrétion de nature albuminoïde complètement soluble dans l'acide acétique.

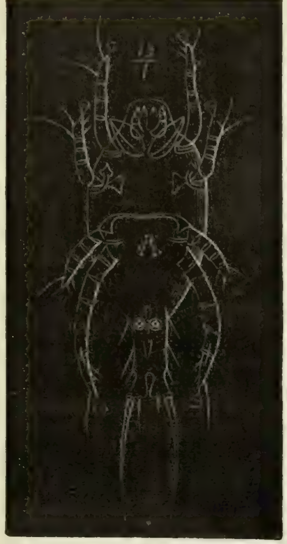
coles, qui vivent en foule, les premiers, dans les plumes des Oiseaux, les seconds au fond des poils des Rongeurs, sont de véritables *mutualistes,* car ils ne se nourrissent que des excrétions naturelles cutanées de ces animaux. Enfin, parmi les *parasites vrais,* dont Van Beneden fait cinq subdivisions, nous avons les Dermanysses, qui sont des *parasites libres à tout âge* ; les Ixodes, qui sont parasites libres dans leur jeune âge, et dont les adultes seulement se fixent temporairement sur les animaux ; les Trombidions, *parasites carnassiers dans leur jeune âge,* ne sont plus parasites à l'âge adulte, où ils sont simplement phytophages ; une espèce de Pterolichus, le P. falcigère, est un *parasite à transmigration et à métamorphoses,* vivant dans le tissu cellulaire de certains Oiseaux pendant une phase de son existence, et à la surface de leur peau pendant le reste de sa vie. Enfin les Sarcoptides psoriques, certains Cheylétides et les Demodex sont parasites à toutes les époques de leur vie.

Il y a une quatrième classe de parasites, que nous appellerons *Parasites auxiliaires,* dont il n'est pas question dans l'ouvrage du professeur de Louvain, non plus que dans aucun autre, et que nous sommes obligé de créer pour des parasites très-curieux que nous avons découverts dans les circonstances suivantes :

Les petits Rongeurs et les Oiseaux sont, de tous les animaux, ceux qui nourrissent le plus grand nombre d'acariens parasites de toutes classes, et surtout des *mutualistes* ; notre mémoire sur les *Sarcoptides plumicoles* (1), publié en collaboration avec M. le professeur Ch. Robin, en fait foi en ce qui regarde les Oiseaux; quant à ce qui concerne les Rongeurs, nous dirons que, sur un seul Lapin de garenne, nous avons rencontré des Ixodes, des Gamases, des larves de Trombidions et surtout des Listrophores (espèce d'Acarien mutualiste) à foison. Chez les Lapins, en compagnie des Listro-

(1) Robin et Mégnin. — *Mémoire sur les Sarcoptides plumicoles* in *Journal de l'Anat. et de la Physiol.,* 1877.

phores, on trouve toujours un autre acarien qu'à son rostre pointu et à ses palpes énormes à pénultième article armé d'un fort crochet recourbé en faucille en dedans, on reconnaît être un



Listrophorus gibbus (Clapar) mâle.



Listrophorus gibbus (Clapar) femelle.

Cheylète. Un jour que, pour étudier à loisir des Listrophores, nous en avions enfermé une douzaine environ dans une cage de verre, et, involontairement, en leur compagnie, deux des Cheylètes en question, nous ne fûmes pas peu surpris de voir les Cheylètes faire un grand carnage des Listrophores et les poignarder tous avec leurs petites mandibules en stylets aigus, après les avoir saisis avec leurs terribles palpes, bien nommés, par Dugès, *ravisseurs*; ils tuaient leurs victimes pour les sucer exactement comme font les Araignées des Mouches, avec cette différence que les Cheylètes sont à peu près du même volume que leur proie, qu'ils ne leur tendent pas de piége et qu'ils les chassent littéralement à courre, au fond des poils du Lapin comme sous le couvert d'une épaisse forêt; il est vrai qu'ils n'ont pas grand'peine à atteindre le gibier, car les Listrophores sont ort peu ingambes, tandis que les Cheylètes le sont beaucoup plus. Nous avons répété bien souvent cette expérience, et toujours avec le même résultat.

Depuis la découverte de ce premier Cheylète, *parasite auxiliaire* des lapins, nous avons rencontré sur les oiseaux deux parasites du même genre, d'espèces voisines du premier, qui remplissent, à l'égard des Sarcoptides plumicoles, le même rôle que l'autre à l'égard des Sarcoptides glycicoles.

Nous ne connaissions pas encore d'exemples de parasites vivant et pullulant sur un animal non pour vivre à ses dépens, mais pour le débarrasser au contraire des vrais parasites qui vivent littéralement de ses sueurs. On a bien signalé les Piquebœufs, ces curieux oiseaux d'Afrique, lesquels, au moyen de leur bec pointu, extraient avec une grande dextérité les larves d'œstres du dos des Bœufs, des Buffles et des Gazelles, à la grande satisfaction de ces ruminants, qui se prêtent très-volontiers à l'opération; il y a aussi, dans l'Amérique équinoxiale, d'après les observations toutes récentes de M. Édouard André, les *Faucons garapateros*, qui débarrassent les ruminants des Llanos des tiques qui les tourmentent, et que les habitants de ces vastes plaines nomment *Garapatos*. En Europe, nous avons les Étourneaux qui rendent le même service aux Moutons relativement aux mélophages et autres épizoïques des bêtes à laine; mais on ne peut réellement appliquer à ces oiseaux l'épithète de parasites auxiliaires, attendu qu'ils ne vivent pas exclusivement d'insectes parasites.

Nous avous donc toutes raisons de regarder comme le premier exemple signalé de parasitisme auxilliaire le fait de nos trois Cheylètes qui remplissent, à l'égard de certains parasites des petits quadrupèdes et des oiseaux, tout en vivant exclusivement sur leur peau, le même rôle que les Coccinelles remplissent à l'égard des pucerons ou que certains petits ichneumons ailés à l'égard des chenilles.

Pour compléter l'histoire des Cheylétides parasites, nous ferons celle d'une quatrième espèce, qui est évidemment de la même tribu que les trois premières, parce qu'elle en a les caractères généraux, mais qui en diffère autant par ses mœurs que par certains détails anatomiques présentés par ses organes de relation, lesquels sont appropriés à son genre de vie tout particulier. Cette quatrième espèce de Cheylétide est complétement et véritablement parasite des oiseaux : elle vit sous la peau, dans des follicules plumeux hypertrophiés par son fait, en colonies innombrables où tous les sexes et tous les âges sont représentés. Nous en ferons le type d'un nouveau genre, sous

le nom d'*Harpyrynchus* (1), en raison des six crochets dont son rostre est armé, et il formera même une section à part dans la tribu des Cheylétides, en raison des différences capitales qu'il présente avec les précédents.

Enfin, à la description de ces Cheylétides nouveaux, nous joindrons l'histoire de deux genres, non classés encore, le genre *Picobia*, créé par M. G. Haller, pour un parasite sous-cutané d'oiseau, et le genre *Myobia*, créé par Heyden, pour un parasite pilicole de Souris, lesquels, par leur organisation, se rattachent aux Cheylétides, ainsi que nous le démontrons plus loin.

TRIBU DES CHEYLÉTIDES (2).

La tribu des Cheylétides est une subdivision de la famille des *Trombidiés*, laquelle a pour diagnose :

Acariens avec ou sans yeux, ayant un rostre en suçoir conique contenant une paire de mandibules styliformes, ou cutellaires à doigt crochu mobile, accompagné de palpes plus ou moins volumineux à pénultième article onguiculé. Pattes à cinq ou six articles, terminées par des ongles crochus sans caroncule membraneuse ni ventouse; appareil respiratoire trachéen, s'ouvrant dans une ou plusieurs paires de stigmates; corps mou plus ou moins velu à squelette composé seulement d'épimères.

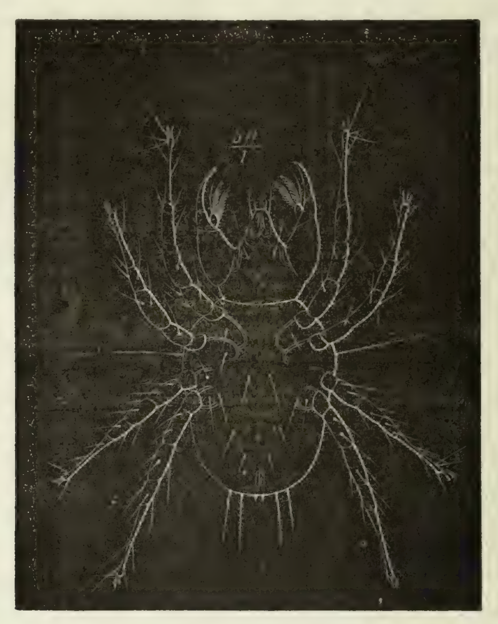
C'est avec l'ancien genre CHEYLATUS de Latreille que nous constituons la tribu des CHELÉTIDES, et le genre *Cheyletus* lui-même a été créé par le savant fondateur de l'entomologie française pour l'espèce nommée *Acarus eruditus* par Schrank (*Enum. Insect. Austriæ indigen.*, p. 515, n° 1058), qui est devenue, par suite, le *Cheyletus eruditus* de Latreille.

Ce *Cheyletus eruditus*, qui, à lui seul, jusqu'à présent, a constitué le genre Cheyletus, — bien que Koch en signale

(1) De αρπη, crochet, et ρυγχος, bec.

(2) Il ne faut pas confondre notre tribu nouvelle des *Cheylétides*, subdivision de la famille des Trombidiés, avec l'ancienne famille des Cheylétides de Leach; en effet, celle-ci comprenait tous les Acariens qui forment aujourd'hui les familles des Trombidiés, des Sarcopidés et des Bdellés, c'est-à-dire presque tous les Acariens terrestres.

quatre espèces d'habitats différents, mais qui ne s'en distinguent pas avec certitude, — est lui-même encore très-mal

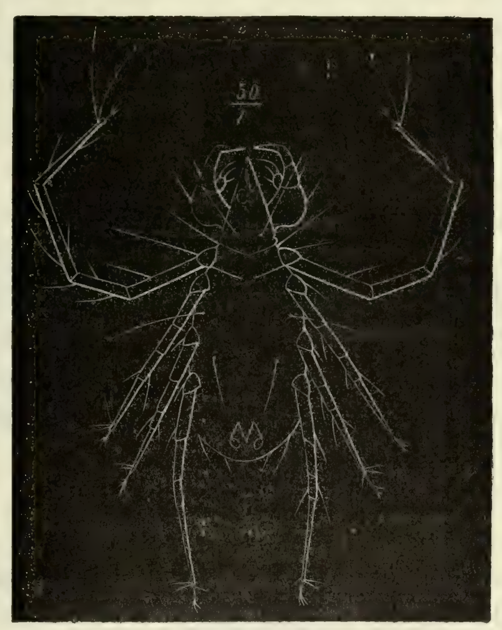


Cheyletus eruditus (Schrank).

connu ; la meilleure étude qui en ait été faite, se trouve dans le *Journal d'anat. et de Physiol.*, année 1867, et est due à MM. Fumouze et Robin ; l'anatomie complète et une excellente figure gravée en sont données par ces auteurs, qui avouent ne pas connaître encore l'état sexué de l'espèce et n'avoir vu que la forme octopode asexuée ou la nymphe et la larve hexapode. Cette nymphe abonde dans les vieux livres, — d'où son nom spécifique, — dans les vieux linges, la vieille charpie (1), les vieilles étoupes, les fourrages altérés et moisis, les poussières

(1) M. le docteur Laboulbène a décrit et figuré, sous le nom de *Tyroglyphus Mericourti* (*Annales de la Société entomologique de France*, 1851, 2e série, p. 301, pl. 9, fig. 4), un Acarien trouvé par M. Leroy de Méricourt, dans le pus qui s'écoulait de l'oreille d'un marin. Cet Acarien, nommé aussi par Moquin Tandon *Acaropse*, a été reconnu plus tard, par M. Laboulbène lui-même, pour être un véritable Cheylète, et, d'après la figure qu'il en a donnée, on voit qu'il a toute l'apparence du *Cheyletus eruditus*, et nous pensons qu'il avait pour origine la charpie ou les linges à pansement. Nous l'avons souvent rencontré sur des chevaux avec d'autres Acariens des fourrages qui, comme lui, étaient tombés du râtelier.

des fenils et des greniers, etc.; nous l'y avons rencontrée en compagnie d'un autre type appartenant certainement à une espèce voisine ou à un genre voisin, mais dont nous ne connaissons pas non plus toutes les phases. Nous ne sommes, pas plus que MM. Fumouze et Robin, encore en état de donner une description complète du *Cheyletus eruditus* et de l'espèce voisine que nous proposons de aommer *Cheyletus longipes*; nous allons,



Cheyletus longipes.

sous peu, en reprendre l'étude, que cette fois nous espérons mener à bonne fin. L'organisation de certaines espèces parasites très-voisines, de la même tribu, espèces que personne n'a décrites avant nous, fixera complétement les idées sur l'anatomie et la physiologie, dans les différents âges et les différents sexes, des Cheylètes, et nous aidera dans cette étude.

La tribu des Cheylétides a, par suite, pour diagnose :

Acariens sans yeux à rostre plus ou moins volumineux, maxilles soudées avec la lèvre inférieure et formant un suçoir conique dans lequel se meuvent une paire de très-petites mandibules styliformes; palpes maxillaires quelquefois énormes, de trois articles, le basilaire

très-grand, le terminal petit portant des cirres pectinés et falciformes, ou simplement bidentés, accompagnés ou non de poils, l'intermédiaire armé d'un fort crochet mousse ou aigu, courbé ou coudé en dedans, paraissant terminal, ou bien de trois crochets dirigés en haut. Pattes en deux groupes, un antérieur et l'autre postérieur (les pattes postérieures incomplètes dans un genre), à cinq articles, terminées par deux crochets et un cirre intermédiaire fourchu ou pectiné (les crochets manquant dans deux espèces). Organe sexuel femelle post-sous-abdominal, organe mâle retro-dorsal ou complétement dorsal. Appareil respiratoire trachéen à deux stigmates héliçoïdaux ou en vis d'Archimède, s'ouvrant à la base du rostre où à la base des palpes. Corps à téguments mous, finement striés, portant de rares soies ou poils disposés par paires symétriques.

Nous comprenons dans la tribu des Cheylétides, — au moins jusqu'à présent, — les quatre genres *Cheyletus, Harpirhynchus, Picobia* et *Myobia* ; et si nous disons jusqu'à present, c'est qu'il est probable que nos Cheyletus parasites auxiliaires des rongeurs et des oiseaux donneront certainement lieu plus tard à un genre nouveau ; pour le moment, nous les laissons provisoirement dans le genre Cheyletus.

I. — Genre Cheyletus (Latreille).

Acariens à corps ovale aplati de dessus en dessous, à téguments mous, finement striés, portant des poils ou soies rares disposés par paires comme chez les Sarcoptides. Rostre volumineux; palpes énormes, à un seul crochet au deuxième article, mais grand, courbé en faux on coudé en faucille, à pointe tournée en dedans et dépassant le troisième article ; celui-ci court, portant plusieurs cirres, les uns pectinés, les autres simples, ou un seul cirre à deux dents, ou encore de simples poils.

Pattes toutes complètes, à articles allongés et grêles, surtout les terminaux, à tarse terminé par deux crochets simples, portés sur un court pédoncule, et un cirre intermédiaire fourchu ou bipectiné, — dans ce dernier cas, les crochets manquent, comme dans la première espèce parasite ; par contre, les crochets sont énormes dans la troisième.

Organe génital femelle sous forme d'une longue fente longitudinale s'ouvrant immédiatement en avant de l'anus, qui est marginal. Organe génital mâle sous forme d'un long pénis interne à crosse, venant émerger immédiatement en arrière de l'anus, qui est rétro-dorsal.

Stigmates de l'appareil respiratoire s'ouvrant à la base des palpes et en dedans,

De ce genre nous négligerons les espèces vagabondes, qui sont, jusqu'à présent, pour nous, au nombre de deux, comme nous le disons plus haut, pour ne nous occuper ici que des espèces parasites.

1. *Cheyletus parasitivorax* (nobis) (Pl. XXVIII).

Cheylète à corps hexagonal allongé, de couleur jaunâtre pâle. Rostre large, pentagonal, équivalent au quart du volume du corps chez la femelle, et au tiers chez le mâle ; à palpes formant la moitié du volume du rostre, ne portant au 3e article qu'un cirre bifide et trois petits poils, et ayant le crochet du pénultième article en apparence terminal, robuste, coudé à angle droit et arrondi, et à pointe dirigée en dedans et très-aiguë. Épimères des pattes antérieures du même côté conjugués, et ceux des pattes postérieures libres. Pattes antérieures plus courtes que les postérieures, surtout que la quatrième paire, et surtout chez le mâle ; poils des tarses plus longs que ceux des autres articles ; tarses sans crochets, se terminant par un cirre bipectiné (fig. 7). Poils, les uns barbelés les autres lisses.

Femelle ovigère (fig. 3). Long. $0^{mm},45$, lat. $0^{mm},20$, à corps plus lourd que chez le mâle, et à soies du dos et des côtés plus courtes.

Mâle (fig. 1 et 2). Long. $0^{mm},32$, lat. $0^{mm},16$, à corps moins large et moins long que la femelle, tout en ayant les pattes de même grandeur, et même les postérieures plus longues, palpes un peu plus allongées que chez la femelle, et dépassant la pointe du rostre.

Nymphe octopode. D'une taille variant entre celle de la plus grande larve hexapode et celle du mâle ; semblable à la femelle, dont elle ne diffère que par l'absence de vulve.

Larve hexapode. Long. 0^{mm},15 à 0^{mm},20, lat. 0^{mm},08 à 0^{mm},12, semblable à la nymphe, mais ne présente qu'une paire de pattes postérieures.

Œuf. Long. 0^{mm},12, lat, 0^{mm},08, ovoïde à enveloppe lisse et diaphane.

Habitat. Vit dans le fond des poils des lapins, où il attaque les parasites mous, particulièrement les Listrophores.

2. *Cheyletus heteropalpus* (nobis) (Pl. XXIX).

Cheylète à corps rhomboïdal, allongé d'avant en arrière, coloré en jaune par une matière grasse qu'il contient, — comme tous les autres Cheyletides, du reste. — Rostre conique, étroit, allongé en avant, bordé de chaque côté par les palpes, qui sont bien moins volumineux que dans l'espèce précédente, ne dépassant pas le rostre, et à crochet du pénultième article, petit et fortement coudé chez la femelle, le dépassant au contraire d'un tiers, et à crochet arqué chez le mâle. — (Cette remarquable différence des palpes, dans deux sexes, nous a servi de base pour la dénomination de l'espèce.) — Épimères des pattes antérieures du même côté conjugués ; ceux des pattes postérieures libres ; pattes antérieures et postérieures à peu près égales, à tarses gibbeux à l'extrémité, et terminés par deux crochets fortement coudés, et par un cirre fourchu barbulé. Soies simples, au nombre de deux paires, sur la face dorsale, une paire latérale, et deux ou une paire postérieure, suivant le sexe. Chaque article des pattes et des palpes porte des poils simples. Pénis émergeant au milieu du noto-gastre.

Femelle ovigère (fig. 1 et 2). Long. 0^{mm},35, lat. 0^{mm},22, corps plus massif, à pattes en apparence moins longues que chez le mâle ; deux paires de soies au bord postérieur du corps ; vulve bordée de 4 paires de courts poils et hypo-marginale.

Mâle (fig. 4). Long. 0^{mm},35, lat. 0^{mm},16. Le rostre occupe le

tiers de la longueur du corps, tandis que chez la femelle il n'occupe que le quart. Pattes postérieures, surtout la quatrième paire, un peu plus longues que chez celle-ci, et corps plus mince; une seule paire de soies au bord postérieur du corps.

Nymphe octopode. Taille variant entre celle des plus grandes larves et celle du mâle ; semblable à la femelle, moins la vulve, et à corps plus mince.

Larve hexapode. Long. $0^{mm},10$ à $0^{mm},15$, lat. $0^{mm},07$ à $0^{mm},10$, semblable à la nymphe, dont elle se distingue par son unique paire de pattes postérieures, et par son unique paire de soies au bord postérieur du corps.

Œuf. Long. $0^{mm},10$, lat. $0^{mm};07$, ovoïde, à enveloppe lisse et transparente, laissant voir le contenu, qui est jaune.

Habitat. Vit au fond des plumes de plusieurs oiseaux de a famille des colombidés et de petits passereaux.

3. *Cheyletus macronycus* (nobis) (Pl. XXIX).

Cette troisième espèce est très-voisine de la précédente, à laquelle elle ressemble par la taille et par la couleur; mais elle en diffère par un corps plus carré, un rostre plus petit, semblable dans les deux sexes, rappelant, par sa forme générale, celui des sarcoptes, ayant le crochet des palpes plus petit et moins courbé (fig. 8); les épimères des pattes antérieures sont libres; la quatrième paire de pattes insérée plus postérieurement et plus longue que les autres, la première étant la plus courte; enfin par les tarses, gibbeux aussi à l'extrémité, qui sont terminés par des crochets plus robustes, plus fortement courbés, et rappelant ceux des hippobosques (fig.7), entre lesquels émerge un cirre fourchu à extrémités refoulées. La vulve de la femelle ovigère est notogastrique et entourée de trois paires de longs poils dépassant le corps. Le pénis du mâle émerge du milieu de la face dorsale. Poils dorsaux, latéraux et postérieurs, longs et simples, ainsi que ceux des articles des pattes, et surtout du tarse.

Femelle ovigère. Long. $0^{mm},35$, lat. $0^{mm},20$, corps quadrangulaire jaune rutilant.

Mâle. Long. $0^{mm},30$, lat. $0^{mm},18$, ne se distingue de la femelle que parce que son corps est plus étroit postérieurement, par l'absence des poils vulvaires et par la présence du pénis conique, à large base circulaire, qui émerge au milieu de la face dorsale.

Nymphe octopode. Long. $0^{mm},28$, lat. $0^{mm}, 18$, ressemble au mâle, mais s'en distingue par l'absence de pénis, et par la présence de poils vulvaires, et d'une trace de vulve.

Larve hexapode. Long. $0^{mm},18$ à $0^{mm},25$, lat. $0^{mm},11$ à $0^{mm},15$, ressemble à un petit mâle sans pénis et, de plus, présente, au bord postérieur du corps, un petit prolongement anal conique.

Œuf. Long. $0^{mm},15$, lat. $0^{mm},10$, ovoïde, lisse et diaphane.

Habitat. Nous avons rencontré cet acarien, en colonies nombreuses et complètes, au fond des poils de plusieurs passereaux exotiques du groupe des Bengalis.

II. — Genre HARPIRHYNCHUS (nobis) (PL. XXX).

Acariens à téguments mous finement et symétriquement striés, transparents, laissant voir une matière grasse, jaune rutilante, qui remplit presque tout le corps, portant quelques rares soies disposées par paires symétriques, comme chez les sarcoptides. Rostre conique obtus, tronqué, contenant une paire de mandibules styliformes, bordé de gros palpes maxillaires à trois articles, le pénultième dépassant le terminal, qui est petit, et formant supérieurement un écusson de la partie antérieure duquel émergent trois crochets rétrogrades à pointes dirigées en haut et en arrière (fig. 4, 5, 6).

Pattes grosses, courtes, coniques, complètes seulement antérieurement, les postérieures réduites à l'état de moignons, à trois articles, dont le terminal se prolonge par un pinceau de quatre longues soies. Les tarses des pattes antérieures, terminés par une paire de crochets simples, entre lesquels émerge

un cirre fourchu à branches refoulées à lenr extrémité (fig. 9).

Organe génital femelle, sous forme de longue fente post-sous-abdominale. Organe mâle, constitué par un pénis conique qui émerge un peu en avant du milieu de la face dorsale.

Anus absent à tous les âges.

Appareil respiratoire trachéen à stigmates, sous forme de cornets (fig. 10), de chaque côté, à la base et à la face dorsale du rostre.

Nous avons créé ce genre pour l'espèce suivante :

Harpyrhynchus nidulans (nobis) (Pl. XXX).

Synonymie : *Sarcoptes nidulans* (*Nitsch*) ? — Harpirynchus à corps aplati de dessus en dessous, carré chez les femelles ovigères, ovoïde chez les mâles, et orbiculaire chez les larves et les jeunes nymphes. Rostre rappelant, par le volume et la forme, celui des sarcoptes, portant des poils à chaque article des palpes, un inférieur pour le basilaire, un supérieur pour le pénultième, et deux inférieurs pour le terminal, accompagnant un petit crochet bifide. Épimères des pattes courts, gros et libres; pattes toutes marginales rappelant, par la forme courte et conique des antérieures et la forme avortée des postérieures, celles des femelles du Sarcopte scabiei, et portant un poil à chaque article. Deux ou trois paires de soies dorso-céphalo-thoraciques, deux paires latérales, une paire postérieure et une ou deux paires de petits poils sous-céphalo-thoraciques.

Femelle ovigère (fig. 1 et 2). Long. $0^{mm},40$, lat. $0^{mm},25$, corps carré à angles arrondis ; échancrure postérieure formant la commissure postérieure de la vulve, l'antérieure étant garnie d'une pièce chitineuse fourchue. La première et la quatrième paire de pattes appartiennent au plan dorsal, et les deux autres au plan ventral. Trois paires de soies dorsales céphalo-thoraciques, deux paires de poils sous-céphalo-thoraciques, et une paire de soies post-abdominales.

Mâle (fig. 3). Long. $0^{mm},30$, lat. $0^{mm},20$, corps de forme ovoïde rétréci et arrondi postérieurement, sans aucune soie. Pénis conique au tiers antérieur et médian de la face dorsale, accom-

pagné de trois paires de petits poils. Deux paires de soies seulement sus-céphalo-thoraciques et une paire de poils sous-céphalo-thoraciques.

Nymphe octopode. Long. $0^{mm},25$ à $0^{mm},30$, lat. $0^{mm},15$ à $0^{mm},20$, semblable au mâle, sans pénis, avec trace de vulve en avant du bord postérieur du corps, qui est muni d'une paire de petits poils.

Larve (fig. 7). Deux formes : une hexapode, à laquelle succède rapidement une forme octopode. Long. $0^{mm},20$ à $0^{mm},25$, lat. $0^{mm},15$ à $0^{mm},13$. Corps orbiculaire n'ayant, au sortir de l'œuf, qu'une paire de pattes postérieures, mais en acquérant bientôt une deuxième par une mue qui suit de près l'éclosion. Deuxième paire antérieure plus longue que la première. Deux paires de soies post-abdominales.

Œuf (fig. 8). Long. $0^{mm},19$, lat. $0^{mm},15$, ovoïdo-sphérique, un peu aplati sur une face, à enveloppe lisse et diaphane, à contenu granuleux incolore après la ponte, devenant d'un jaune rutilant d'autant plus intense que l'incubation est plus avancée.

Habitat. Nous avons rencontré ce parasite en colonies innombrables dans des follicules plumeux, dilatés à l'extrême, de manière à former de véritables tumeurs, sur les ailes d'une alouette. Le même acarien a été signalé dans des tumeurs d'un gros-bec, par M. Lorenzo Corvini, de Milan, et c'est probablement le même qui a été trouvé dans des tumeurs cutanées d'un verdier, par Nitsh, et a été nommé par lui *sarcoptes nidulans.* Nous avons rencontré la nymphe pubère vagabonde, et sans doute en quête d'un nouveau centre de colonisation, dans les plumes de divers oiseaux, entre autres de vanneaux, de pigeons et de perruches.

III. — Genre MYOBIA (Heyden) (1) (PL. XXXI).

Acariens en apparence hexapodes, à corps allongé, aplati de dessus en dessous, à téguments mous profondément striés en

(1) *Versuch einer systematischen Eintheilung der Acariden,* von C. von Heyden Isis, 1826, p. 613.

travers, et portant de fortes soies coniques disposées par paires.

Rostre petit, à palpes grêles couchés le long de la lèvre, à trois articles, le pénultième terminé par un petit crochet dépassant le dernier article (fig. 2). Mandibules styliformes, longues, renfermées dans une gaîne spéciale.

Pattes toutes marginales, les trois paires postérieures, cylindriques, minces, allongées, égales, espacées également sur les côtés du corps et terminées, les deux postérieures, par un crochet simple peu courbé, la seconde paire, par deux petits crochets. La première paire ne ressemble en rien aux trois autres : adossée de chaque côté au rostre, elle semble en faire partie et simule une paire de gros palpes à crampons ; elle forme une paire de fortes tenailles destinées à saisir les poils et à y adhérer fortement : aussi ces pattes méritent-elles le nom de pattes-crampons que leur a donné Claparède (1). Chacune des pattes de cette paire ne paraît composée que de trois articles distincts (fig. 2), un basilaire, large, court et cylindrique ; un deuxième aussi large, mais encore plus court, muni d'une forte dent en dehors ; un troisième, aplati, contourné en S, résultant de la soudure des trois derniers, et formant une forte pince par l'opposition de son extrémité avec la dent du deuxième article, pince destinée à étreindre solidement le poil.

Organe génital femelle rétro-dorsal et noto-gastrique, comme chez le *Cheyletus macronycus*, en arrière de l'anus, qui est marginal.

Organe génital mâle complétement dorsal, comme chez l'*Harpirhynchus* (2).

Stigmates de l'appareil respiratoire en hélices s'ouvrant à la base et de chaque côté du rostre, comme dans le genre précédent; les trachées qui y aboutissent semblent se réunir en un

(1) Claparède : *Studien an Acariden* in *Zeitschrift f. wiss. Zool.*, XVIII Bd.

(2) Claparède, dans son excellente étude de la Myobie des Souris, est très-frappé de cette disposition dorsale extraordinaire du pénis chez le mâle, et regarde ce fait comme unique dans la science. Notre étude montre que cette disposition est la règle dans tout le groupe des Cheylétides parasites.

tronc unique et médian, mais elles se séparent bientôt en trois troncs multi-ramifiés.

Myobia musculi (Claparède). (Pl XXXI.)

Synonymie. *Pediculus musculi* (Schranck), *Myobia coarcta* (Heyden). (Schranck avait classé cet Acarien dans les Insectes épizoïques, parce qu'il croyait qu'il n'avait que trois paires de pattes (1).

Myobie à corps ovale allongé, festonné latéralement par des renflements qui se montrent entre chaque paire de pattes, présentant, en dessus, de nombreuses paires de fortes soies coniques, la première paire plus épaisse que les autres, la plus postérieure aussi longue que le corps ; en dessous, des paires de petits poils, et à chaque article des pattes, des poils en verticille et une longue soie à l'article basilaire en dessus. Couleur générale jaunâtre, plus intense au centre du corps, et due à l'accumulation de globules gras de cette couleur à l'intérieur du corps entourant le canal digestif, dont le renflement gastrique émet quatre cœcums symétriques.

Femelle ovigère (fig. 1). Long. 0^{mm},45, lat. 0^{mm},18, plus grande que le mâle d'un sixième. Corps à extrémité abdominale large et arrondie, présentant supérieurement neuf paires de soies, dont la première est particulièrement épaisse à la base. Vulve noto-gastrique, à commissure postérieure presque marginale, entourée de trois paires de poils fins et courts ; de plus, elle est accompagnée en avant, près de sa commissure antérieure, d'une paire de petits crochets, que Claparède pense être destinés à la fixation des œufs sur les poils. Ovaires en deux parties symétriques situés à la hauteur de la troisième paire de pattes, et composés d'une accumulation d'ovules présentant chacun une vésicule germinative (Claparède).

Mâle. Long. 0^{mm},38, lat. 0^{mm},16, semblable à la femelle ovigère, ne s'en distinguant que par la forme plus rétrécie de l'ex-

(1) F. de P. Schrank : *Enumeratio insectorum Austriæ indigenorum.* Augusta Vindelicorum, 1781, p. 301, tab. 1. fig. 5-8.

trémité abdominale, par le rapprochement de la paire de soies postérieures qui s'insère à la base d'une petite éminence conique représentant l'anus; enfin, par la présence du pénis, qui émerge du milieu de la face dorsale, entre la deuxième et la troisième paire de pattes; ce pénis vient des profondeurs de la région postérieure du corps.

Nymphe octopode. D'un quart plus petite que le mâle, auquel elle ressemble dans son ensemble, mais dont elle diffère par l'absence totale d'organes sexuels.

Larve hexapode. Long. $0^{mm},20$ à $0^{mm},30$, lat. $0^{mm},10$, ne se distingue de la nymphe que par l'absence de la quatrième paire de pattes et par sa petitesse.

Œuf. Long. $0^{mm},20$, lat. $0^{mm},08$, cylindrique, à extrémités, l'une arrondie et libre, l'autre conique, par laquelle il adhère aux poils de souris à la façon des lentes; a trois enveloppes de formation successive correspondant à trois phases embryonnaires distinctes très-bien étudiées par Claparède.

Habitat. La *Myobia musculi* vit sur la souris d'appartement (*Mus musculus L*), et exclusivement dans les régions de la tête et du museau. On l'a rencontrée exceptionnellement sur un hypudœus.

IV. — Genre PICOBIA. (G. Haller) (PL. XXXI).

Acariens allongés, cylindroïdes, aplatis de dessus en dessous, à téguments mous, presque lisses, portant de longues soies disposées par paires.

Rostre moyen, cylindro-conique, à palpes assez gros couchés le long de la lèvre, à trois articles, le pénultième, qui paraît terminal, portant un petit crochet. Mandibules longues, styliformes.

Pattes formant deux groupes écartés, les deux paires antérieures rapprochées du rostre, marginales, courtes, épaisses, robustes, terminées par un crochet fourchu, finement pectiné, presque droit, qui paraît être une modification du cirre médian, les crochets normaux seraient donc absents; pattes postérieures

sous-abdominales, grêles et cylindriques, terminées par une paire de petits crochets entre lesquels émerge un cirre gibbeux longuement pectiné. Les épimères des pattes antérieures longs, en crosses, et ceux du même côté conjugués; les épimères des pattes postérieures très-petits et libres.

Stigmates en forme de vis d'Archimède de chaque côté et à la base du rostre. (Pour M. G. Haller, ces organes, en forme de vis, sont une énigme; l'étude comparative des autres espèces du même groupe lui eût montré leur signification, car on les rencontre chez toutes avec une disposition analogue; s'il n'a pas vu les trachées qui y aboutissent, c'est parce qu'il a sans doute préparé ses picobia avec un liquide trop rapidement pénétrant, comme l'essence de térébenthine.)

Picobia Heeri (G. Haller) (1) (Pl. XXXI).

L'auteur l'a dédiée au docteur Heer, professeur à l'Université de Zurich, et n'a vu que la femelle, que nous décrivons d'après lui, et dont nous copions la figure avec tous ses défauts, car il ne distingue pas ce qui appartient à la face dorsale et à la face ventrale : ainsi, bien qu'il soit de toute probabilité que les longues soies soient à la face dorsale, elles sont sur le même plan que les poils, qui sont très-probablement exclusivement ventraux ; aussi ne savons-nous à quelle face appartient la vulve, ce qu'il serait tràs-important de connaître, puisque certaines espèces du même groupe l'ont à la face ventrale, et les autres à la face dorsale.

Femelle. Long. $1^{mm},44$, lat. $0^{mm},37$, présente douze paires de soies, dont deux pour l'extrémité postérieure, et plusieurs paires de petits poils. Vulve à l'extrémité postérieure de l'abdomen.

Mâle, Nymphes, Larves et ***Œuf*** inconnus.

Habitat. A été rencontré par M. G. Haller dans le tissu cellulaire sous-cutané d'un pic cendré (***Picus canus***).

(1) *Freyana und Picobia, zwei neue Milbengattungen, von Dr phil.* G. Haller, broch. in-8°, avec pl. (Ext. de *Zeitschrift f. wissensch. Zool.*, 1877, XXX Bd.)

Remarques sur l'anatomie et la physiologie des Cheylétides parasites.

Ce qui frappe tout d'abord, quand on compare entre eux les Acariens que nous venons de décrire, c'est la grande diversité que présentent la forme du corps, la forme des pattes et de leurs appendices terminaux, et la forme de leurs palpes; c'est au point qu'à la suite d'un examen superficiel, on serait tenté de les considérer comme appartenant à des groupes et même à des familles très-diverses. Un examen plus approfondi, surtout des appareils les plus essentiels à la vie, comme l'appareil digestif et surtout la bouche, l'appareil respiratoire et l'appareil de la génération, montre la plus grande analogie dans la structure et la disposition de ces appareils, et prouve que ces parasites appartiennent bien au même groupe. C'est un fait qui avait déjà frappé van Beneden (1) : que la vie parasitaire imprime de profondes modifications dans les organes de relation, en commençant par les plus postérieurs, et dans la forme du corps, mais qu'on retrouve toujours les caractères spécifiques et génériques dans les formes embryonnaires et dans les organes buccaux et génitaux qui ne se modifient qu'après les organes de relation. L'étude que nous venons de faire du groupe des cheylétides parasites vient à l'appui de l'observation de van Beneden, dont les éléments lui ont été fournis par ses belles recherches sur les crustacés parasites.

Nous allons passer rapidement en revue chaque appareil fonctionel chez nos cheylétides.

Appareil de la digestion. La *bouche* est essentiellement composée d'un suçoir conique, formé par la soudure de la lèvre et des maxilles, qui s'incurvent bilatéralement, et viennent s'affronter ensuite en dessus; dans l'intérieur de ce tube glisse une paire de mandibules styliformes très-aiguës, qui sont une modification des mandibules cheyliformes propres à l'ordre des

(1) Van Beneden. *Les commensaux et les parasites*, Paris, 1875, p. 133 et suiv.

acariens, et dont on retrouve les traces des deux doigts dans les mandibules du *Cheyletus parasitivorax*. Cette structure de la bouche est essentiellement la même dans les quatre genres de la tribu. A la bouche succède un *tube digestif* rectiligne qui se dirige vers l'anus, tube qui est simple et fusiforme dans toutes les premières espèces, mais qui présente, comme Claparède l'a fort bien vu, quatre cœcums globuleux et symétriques émergeant du renflement gastrique chez la myobie des Souris. L'anus est très-petit, percé au sommet d'un renflement conique post-marginal ou retro-dorsal. Chez notre Harpirhynchus, nous avons constaté l'absence complète d'anus, et nous nous sommes expliqué cette particularité, — prouvée encore par l'absence complète de fèces dans les réduits habités par des colonies nombreuses de ce parasite, où cependant les débris de mues abondent, — par le régime de cet acarien : il vit exclusivement de *sebum*, produit naturel, mais alors exagéré, des follicules dilatés qu'il habite, et cet aliment ne donne que des déchets gazeux qui sont portés au dehors du corps par l'appareil trachéen très-complet, dont ce petit animal est doté. Du reste, nous avons lieu de croire que les autres cheylétides vivent aussi principalement de corps gras ou de substances très-animalisées, car le liquide nutritif qui remplit le corps est, sous forme d'amas de globules ou de granules gras de divers volumes, d'une couleur jaune safranée, qui remplissent tous les interstices du corps non occupés par les organes, et qui lui donnent cette couleur jaune caractéristique qui est encore une particularité commune à toutes les espèces de la tribu. La digestion des principes gras ou leur comburation donnant lieu à beaucoup de produits gazeux, il était nécessaire que ces animalcules fussent pourvus d'un appareil trachéen, qui est alors et surtout expiratoire, appareil dont beaucoup d'acariens, beaucoup plus volumineux que ceux-ci, mais astreints à un autre régime, ne possèdent aucune trace.

Appareil de la respiration. (Pl. XXVIII, fig. 6, et pl. XXX, fig. 11.) — Tous les Cheylétides sont munis d'un appareil respiratoire trachéen très-complet, et semblable chez tous. Il est com-

posé de deux troncs principaux envoyant des ramifications très-déliées dans tous les organes, placés de chaque côté de la ligne médiane, s'adossant en avant, mais sans se confondre, chez quelques espèces, et aboutissant chacun à un stigmate situé sur le côté et à la base du rostre chez les trois derniers genres, et à l'angle formé par l'insertion des palpes avec le rostre dans le genre Cheyletus. La forme des stygmates, particulière à cette tribu, est très-curieuse : c'est une petite vis d'Archimède renfermée dans un étui, soit de forme ovoïde (dans le genre Cheyletus), soit en forme de cornet (dans le genre Harpirhynchus), soit en forme de petit cylindre (Picobia et Myobia). Cette disposition en vis a sans doute pour but d'empêcher les petits corps étrangers de s'introduire dans le délicat appareil respiratoire des Cheylétides. La fonction de cet appareil est surtout et peut-être exclusivement expiratoire, pour les raisons que nous donnons plus haut. Ce qui vient encore à l'appui de cette opinion, c'est qu'il est impossible de constater, chez ces Acariens, non plus que chez aucun de ceux des autres familles, Gamasidés, Ixodidés, Trombidiés, qui sont munis d'un appareil semblable, un mouvement quelconque d'inspiration et d'expiration, comme on le voit si manifestement chez les insectes hexapodes.

Appareil de la génération. Un fait constant et remarquable chez les Cheylétides parasites, c'est que l'organe de la génération du mâle est toujours situé en arrière de l'anus, quand ce dernier existe, et qu'il en est de même pour l'organe femelle chez deux espèces : en effet, le pénis émerge toujours d'un point de la face dorsale situé, soit dans le voisinage du bord postérieur de l'abdomen (*Cheyletus parasitivorax*), soit au milieu du notogastre (*Cheyletus heteropalpus*), soit au milieu même du dos (*Cheyletus macronycus*, *Myobia musculi*), soit même sur le céphalo-thorax (*Harpirynchus nidulans*). Ce fait, constaté chez le mâle de la *Myobia musculi* par Claparède, le frappa tellement, qu'il le regarda comme une exception unique dans la science ; nos études montrent qu'il n'est pas particulier à une seule espèce, mais à tout un groupe parfaitement naturel. D'ailleurs la

science a enregistré d'autres faits analogues, car nous lisons dans l'analyse d'un travail du professeur Semper, de Wurtzbourg, intitulé : *Les Articulés et les Annelides, leurs affinités naturelles avec les Vertébrés* (1), les lignes suivantes : « D'après « M. Semper, la position des divers organes, par rapport au « sol, n'a point l'importance que lui accorde Baer, puisque, « chez les Hirudinés, l'anus est tantôt situé sur le ventre, tantôt « rejeté sur le dos, et que, chez un grand nombre d'Annélides, « l'ouverture des organes génitaux occupe soit les côtés du « corps, soit la place supérieure, et que la bouche elle-même « n'a pas une situation rigoureusement fixe. »

Le pénis forme une saillie conique au-dessus des téguments, dont un prolongement l'entoure en forme de fourreau; il se continue à l'intérieur par une verge cylindrique que l'on peut suivre jusque dans les régions postérieures, quand le pénis est tout à fait dorsal. Cette verge forme une crosse chez les espèces dont le pénis est au milieu ou en arrière du milieu du dos.

La vulve de la femelle ovigère, la seule qui en présente une complète, est, sauf chez deux espèces où elle est dorsale, immédiatement en avant de l'anus, elle a la forme d'une fente longitudinale à lèvres épaisses, bordées de chitine dans une espèce (l'*Harpirhynchus nidulans*). Les ovaires sont pairs, situés au milieu du corps, de chaque côté de la ligne médiane, ou mieux du tube intestinal, au milieu de la masse graisseuse jaune, dont les globules colorés se distinguent assez facilement des globules ovulaires, qui sont incolores. Les œufs sont pondus au fur et à mesure de leur maturité, de sorte qu'il n'y en a jamais qu'un complétement développé avec enveloppe distincte dans l'abdomen. Les œufs pondus récemment sont incolores ; leur contenu vitellin devient ensuite d'un jaune plus ou moins rutilant, puis on voit successivement se former le blastoderme et apparaître les bourgeons, qui sont les rudiments des maxilles, des palpes et des deux premières paires de pattes. (Pl. XXX, fig. 8.) L'embryogénie des Cheyletides est très-facile à suivre sur les œufs de l'*Har-*

(1) *Revue scientifique de la France et de l'étranger.* Paris, 1878, n° 37, 16 mars.

pirhynchus nidulans, très-abondants dans les tumeurs dont ce parasite provoque le développement. Claparède a décrit toutes les phases de celle des Myobies (*loco citato*).

Organes de relation. Il est peu de groupes d'Acariens où les organes de relation, c'est-à-dire les pattes, soient aussi variés et aussi bien appropriés au genre de vie de chacun d'eux que dans les Cheyletides parasites. En effet, chaque genre, et même chaque espèce, ayant un genre de vie ou un habitat différent, présente des pattes différentes.

Si les pattes, dans les trois espèces du genre *Cheyletus*, ne diffèrent pas beaucoup au point de vue de la conformation générale, — elles sont cependant plus coniques dans la première, et plus cylindriques chez les deux autres, — les appendices terminaux, c'est-à-dire les ongles, différent dans chacune d'elles : Chez le *Cheyletus parasitivorax*, qui vit au fond des poils du Lapin, où il se livre à la chasse des Listrophores, les ongles ont disparu, et il ne reste plus que le cirre intermédiaire, qui s'est élargi de chaque côté d'une expansion membraneuse à bords pectinés, ce qui en fait un appareil d'adhérence parfait pour marcher sur ou entre les poils. Les deux autres espèces de Cheyletus, qui vivent au fond des plumes des oiseaux, où elles chassent aux Sarcoptides plumicoles, ont une paire d'ongles aigus accompagnés d'un cirre intermédiaire fourchu et finement barbelé ; la troisième espèce a même ces ongles extraordinairement développés, rappelant ceux de certains Diptères parasites : les Pupipares.

Dans le genre Harpirhynchus, dont les individus rampent sous les téguments d'enveloppe de la tumeur qu'ils habitent, comme la femelle du Sarcopte scabiei rampe dans son terrier, les pattes postérieures sont devenues inutiles comme à celle-ci ; aussi sont-elles réduites à l'état de moignons terminés par un pinceau de soies. Les membres antérieurs sont devenus courts et robustes, — toujours comme chez les Sarcoptes, qui ont un genre de vie analogue, — et, pour remplacer les épines et les aiguillons dorsaux de ces derniers, indispensables pour pouvoir progresser dans les réduits souterrains étroits et bas,

la nature y a pourvu en triplant le nombre des appendices crochus des palpes et en les retournant la pointe en haut, afin qu'ils puissent agir efficacement sur le plafond surbaissé de leur habitat et aider ainsi à la progression à la façon des harpons. Les palpes, instruments terribles de chasse et de préhension dans le premier genre, sont devenus, chez les Harpirhynchus qui ne chassent plus, des organes de translation supplémentaire, et même plus puissants que les organes principaux de cette fonction, c'est-à-dire les pattes.

Chez les Myobies, qui vivent au fond de la forêt de poils qui couvre la tête et le museau des Souris, la première paire de pattes est devenue un court et solide crampon, dont la forme et les dimensions sont exactement calculées sur la forme et les dimensions du poil qu'il doit embrasser, et la force de ces crampons est telle, qu'aucune secousse, aucun grattage de l'animal qui porte le parasite, ne peut lui faire lâcher prise. Les autres pattes, grêles, allongées et ornées de petits ongles, doubles dans la deuxième paire et simples dans les deux autres, suffisent à leur rôle, qui est de porter le corps et de le faire progresser sur la peau nue. Ce parasite est certainement un simple mutualiste à la façon des Sarcoptides plumicoles : ce qui le prouve, c'est la petitesse de son rostre et l'exiguïté de ses palpes, qui ne lui permettent certainement plus de chasser à la façon des Cheylètes ; il vit simplement des matières grasses sécrétées par la peau.

Chez le Picobia, qui vit dans le tissu cellulaire de certain Pic, les deux paires de pattes antérieures sont robustes et courtes comme chez les Sarcoptes et les Harpirhynchus ; de plus, elles sont terminées par une forte fourche finement barbelée, qui n'est autre que le cirre modifié et tenant lieu des ongles absents ; ces organes sont nécessaires au parasite pour progresser dans le fouilli de fibres et de lames entre-croisées qu'il habite. Les pattes postérieures, quoique grêles et faibles, sont cependant complètes et terminées par deux ongles et un cirre pectiné : cela nous donne à penser que la vie de ce parasite n'est pas exclusivement sous-cutanée et qu'il est aussi quelquefois épizooïque. — Des observations ultérieures nous permettront seules d'éclai-

rer ce point ainsi que beaucoup d'autres restés obscurs dans le mémoire de M. G. Haller, le seul auteur, jusqu'à présent qui ait observé ce parasite.

EXPLICATION DES PLANCHES.

Planche XXVIII.

Fig. 1. — *Cheyletus parasitivorax* mâle, face inférieure. (Gross. 150 diam.)
Fig. 2. — Le même, face supérieure. (Même gross.)
Fig. 3. — La femelle ovigère, face inférieure. (Même gross.)
Fig. 4. — Rostre de la femelle (Gross. 300 diam., *p* palpes, *s* stigmates.)
Fig. 5. — Les mandibules *m* de la lèvre *l* isolées.
Fig. 6. — Appareil respiratoire trachéen et appareil digestif.
Fig. 7. — Appendice de l'extrémité du tarse.

Planche XXIX.

Fig. 1. — *Cheyletus heteropalpus* femelle ovigère, face supérieure. (Gross. 150 diam.)
Fig. 2. — La même, face inférieure. (Même grossissement.)
Fig. 3. — Rostre avec un palpe. (Gross. 450 diam.)
Fig. 4. — *Cheyletus heteropalpus* mâle, face supérieure. (Gross. 150 diamètres.)
Fig. 5. — Son rostre avec un palpe. (Gross. 450 diam.)
Fig. 6. — Une de ses extrémités tarsiennes.
Fig. 7. — *Cheyletus macronycus*, une de ses extrémités tarsiennes.
Fig. 8. — *id.* un de ses palpes.

Planche XXX.

Fig. 1. — *Harpirhynchus nidulans* femelle ovigère, face supérieure. (Gross. 150 diam.)
Fig. 2. — La même, face supérieure. (Même grossissement.)
Fig. 3. — Le mâle, face inférieure. (Même grossissement.)
Fig. 4. — Son rostre, face inférieure. (Gross. 350 diam.)
Fig. 5. — Le même rostre, face supérieure. (Même grossissement.)
Fig. 6. — Le même rostre, vu de profil.
Fig. 7. — La larve hexapode. (Gross. 150 diam.)
Fig. 8. — Un œuf en état d'incubation. (Gross. 150 diam.)
Fig. 9. — Une extrémité tarsienne antérieure.
Fig. 10. — Un stigmate isolé.
Fig. 11. — Appareil respiratoire.

Planche XXXI.

Fig. 1. — *Myobia musculi* (Claparède) femelle, face supérieure. (Gross. 150 diam.)
Fig. 2. — Extrémité antérieure grossie de cette dernière, montrant de chaque côté du rostre les deux premières pattes, dont la droite tient un poil dans sa pince, *pp* palpes, *mm* mandibules.
Fig. 3. — *Picobia Heeri* (G. Haller). (Gross. 150 diam.)

RECHERCHES

SUR LA STRUCTURE ET LE DÉVELOPPEMENT

DE

LA GLANDE SUPERANALE

(DIGITIFORME)

DES POISSONS CARTILAGINEUX

Par Raphaël BLANCHARD.

Les indications que nous donnons ici ne sont qu'un résumé d'un travail plus étendu fait à l'Institut embryologique de l'Université de Vienne, sous la direction de M. le professeur Schenk et publié dans le recueil qu'il dirige (1). La glande digitiforme, qui en est l'objet, est, comme on sait, un appendice placé comme un diverticulum à l'extrémité du tube digestif ; on la rencontre chez les poissons cartilagineux, à l'exception de quelques espèces chez lesquelles les glandules dont la réunion constitue cet organe se retrouvent dans la paroi de l'intestin lui-même (Leydig).

On admet généralement que cet organe a la forme d'un doigt : de là le nom de glande digitiforme ; mais il peut prendre les aspects les plus divers ; on peut même affirmer, dans tous les cas, qu'il est plus épais à son extrémité antérieure qu'à l'endroit où il débouche dans l'intestin. On le voit fréquemment aussi s'infléchir, se replier sur lui-même, et s'écarter ainsi d'autant plus de l'aspect digitiforme. En tenant compte de ces dispositions, il convient de changer le nom de Glandula digitiformis en celui de Glandula superanalis, déno-

(1) Voy. *Mittheilungenaus dem embryologischen Institute der Universität in Wien.* I *Bd*, 3 *tes Heft*, 1878, *Mittheilungen über den Bau und die Entwickelung der sogenannten fingerförmigen Drüse bei den Knorpelfischen* (avec 2 planches).

mination qui présente du moins l'avantage de désigner nettement en quelle région se trouve situé cet organe.

La glande superanale débouche ordinairement dans la paroi supérieure de l'intestin terminal. A mesure qu'on se rapproche de son embouchure, on la voit se rétrécir de plus en plus. En fendant, suivant sa longueur, la paroi inférieure de l'intestin, et en examinant alors sa surface interne, on constate que le point où débouche le canal excréteur de la glande superanale est recouvert par un petit repli de la muqueuse intestinale ; ce repli se continue d'avant en arrière sous forme d'un sillon qui se perd enfin à la surface de la muqueuse. J'ai observé cette disposition chez tous les animaux qui se sont trouvés à ma disposition.

Quand on cherche à poursuivre le canal excréteur de la glande depuis son embouchure jusqu'à son point d'origine, c'est-à-dire d'arrière en avant, on constate qu'il n'est point tout d'abord situé exactement dans l'axe de l'organe, mais qu'il est rejeté contre la paroi inférieure de celui-ci. C'est seulement quand on se rapproche davantage de l'extrémité antérieure arrondie qu'on le voit se placer peu à peu dans l'axe de la glande superanale. Si on examine, en outre, de quelle manière se dispose le tissu glandulaire par rapport au canal excréteur, il est facile de se convaincre que, dans une grande étendue de l'organe, la masse glandulaire est disposée de façon à occuper la plus grande partie de la circonférence supérieure, et ne fait défaut qu'au point où le canal excréteur est appliqué contre la paroi elle-même. Le tissu glandulaire n'occupe donc point toute la périphérie de l'organe, et cette disposition se poursuit jusqu'au voisinage de l'embouchure. Le tissu glandulaire disparaît petit à petit au-devant de l'embouchure de la glande, et le sillon que nous avons décrit plus haut à la face interne de la muqueuse intestinale est la continuation directe du canal excréteur de la glande superanale. Il n'est pas rare de voir partir encore de l'embouchure de la glande un second sillon, plus ou moins long, à direction variable.

Si nous cherchons à interpréter la disposition anatomique que nous venons de décrire, nous voyons donc que le repli

muqueux qui recouvre l'embouchure de la glande représente une valvule rudimentaire dont la fonction est d'empêcher les matières fécales de pénétrer dans l'intérieur de la glande : quand les matières fécales viennent à son contact, cette valvule, qui se trouve toujours sur le prolongement de l'un des bords du sillon, vient en effet boucher le canal excréteur de la glande, en s'appliquant contre la paroi intestinale.

Supposons une coupe transversale de la glande passant un peu au-dessous du milieu de la longueur de l'organe. On remarque d'abord l'enveloppe fibreuse, composée du tissu conjonctif. En un certain endroit, placé en regard de la paroi intestinale, l'enveloppe conjonctive pénètre jusque dans la lumière de la glande. Cette dernière est constituée par la réunion de plusieurs espaces, circonscrits par du tissu conjonctif, et qui, selon toute vraisemblance, proviennent de ce que le tissu s'est ratatiné ; mais peut-être aussi faut-il les considérer comme de réels espaces communiquant les uns avec les autres et qui, à une distance plus ou moins grande au-dessus ou au-dessous de notre coupe, se réunissent en un seul.

En outre de la cloison conjonctive, on voit encore se détacher de l'enveloppe de tissu conjonctif plusieurs autres cloisons beaucoup plus minces que la première ; elles rayonnent autour du centre de la glande, et s'étendent comme des fils entre l'enveloppe conjonctive externe et la couche conjonctive qui sépare de la substance glandulaire le canal excréteur. Entre ces cloisons se trouvent disposées les glandes. Celles-ci ne sont point acineuses, comme le dit Leydig, et comme on l'a admis jusqu'à présent, mais tubuleuses : elles présentent à leur extrémité en cul-de-sac de nombreuses ramifications qui, comme nous le verrons plus loin, se montrent chez l'embryon avec la plus grande netteté.

Sur une coupe placée plus bas dans la série, l'aspect est tout différent. L'enveloppe de tissu conjonctif s'est notablement épaissie. Les cloisons se sont aussi épaissies, tandis que la substance glandulaire a diminué. On constate en outre que les glandules sont beaucoup plus courtes qu'elles ne le

sont sur des coupes provenant de régions plus élevées, c'est-à-dire plus antérieures de l'organe. La cloison principale est considérablement épaissie : on y trouve la coupe tranversale du canal unique, qui est assez spacieux, mais très-irrégulier, et qui est séparé de la substance glandulaire par une couche plus ou moins épaisse de tissu fibreux (conjonctif) : ce revêtement conjonctif interne du canal, signalé déjà par Leydig, est en continuité directe de tissu avec la substance conjonctive qui constitue les cloisons.

Si maintenant on recherche de quelle manière se comporte encore plus en arrière le tissu conjonctif, au point de la circonférence de la glande correspondant à celui où se montrait la cloison principale dans les deux coupes que nous venons d'examiner, on constate que ce tissu passe dans la couche la plus externe de l'intestin, tandis que le canal excréteur de la glande se continue, dépourvu de substance glandulaire. Ce canal se termine, c'est-à-dire débouche dans l'intestin, à l'endroit même où se trouve le repli de la muqueuse, que nous avons déjà décrit; il se continue encore au delà de ce point sous forme d'un sillon peu profond, creusé à la surface interne de l'intestin.

Nous avons pu faire quelques observations intéressantes dans le domaine de l'anatomie de la glande superanale; l'étude du mode de développement de cette glande n'est pas moins instructive : elle nous enseigne des connaissances générales sur le développement des organes que l'on désigne communément sous le nom d'appendices de l'intestin. On a jusqu'à présent exprimé l'opinion que ces organes sont des bourgeonnements du tube intestinal; mais cette assertion repose à peine sur une observation directe, et s'accorde plus ou moins bien avec ce fait, qu'il peut se produire, surtout à l'état pathologique, différentes sortes de diverticulums de l'intestin.

Les appendices de l'intestin, comme par exemple les appendices pyloriques des Salmonides, ou la glande digitiforme (glande superanale) des Sélaciens, se forment relativement tard. Mes observations m'ont montré que la glande superanale apparaît

beaucoup plus tôt que les appendices pyloriques : chez les Salmonides, tels que la Truite, longtemps après que l'animal a résorbé sa vésicule vitelline, on ne trouve encore aucune trace des appendices pyloriques ; chez les Plagiostomes, au contraire, on trouve déjà la glande superanale toute formée, à une période relativement beaucoup moins avancée : à cette époque, la cavité du corps est déjà close, mais le sac, encore assez gros, est réuni au corps au moyen du cordon vitellin, et l'embryon se trouve encore dans sa période intramétrale.

Les travaux publiés jusqu'à ce jour sur l'embryologie des Sélaciens ne font aucune mention des premiers stades de la glande superanale, non plus que de ses métamorphoses ultérieures chez les embryons. Les observations que nous avons pu faire relativement à son mode de développement peuvent se résumer de la manière suivante :

C'est chez l'embryon d'Acanthias vulgaris, long de 23 millimètres, qu'il nous a été donné de voir la glande superanale à son stade de formation le plus précoce. L'intestin est déjà clos ; dans une courte étendue de sa surface, on voit, à gauche et en arrière, à la hauteur de l'intestin anal, s'en séparer un organe tubuleux, qui se compose exactement des mêmes couches que, l'intestin lui-même. C'est la glande superanale. Au premier coup d'œil, on remarque qu'elle est tapissée d'un épithélium plus bas que celui qui revêt l'intestin ; on voit en outre que cette glande est réunie au mésentère ; on constate enfin que de la masse prévertébrale qui provient du feuillet moyen du blastoderme, le mésentère aussi bien que la masse principale de la glande et de l'intestin tirent leur origine commune. Ces deux derniers plongent dans une cavité qui n'est qu'une partie de la cavité pleuro-péritonéale. En dehors de celle-ci, on trouve encore la lame latérale (Seitenplatte), qui constitue la paroi du corps de l'embryon, et se compose de trois couches.

En examinant chez le même embryon d'Acanthias vulgaris une coupe un peu supérieure à celle que nous venons d'étudier, on trouve que l'intestin et la glande superanale se sont com-

plétement isolés l'un de l'autre. Le premier est entièrement libre dans la cavité pleuro-péritonéale ; la glande superanale est au contraire unie au mésentère et est reliée par celui-ci à la paroi dorsale.

Lorsqu'on passe en revue les coupes de notre embryon placées dans la série au-dessus de celle dont nous avons parlé en dernier lieu, l'aspect que l'on observe varie peu. Mais lorsqu'on examine les coupes inférieures, on constate que les deux lumières communiquent l'une avec l'autre, que celle de la glande superanale devient de plus en plus petite, et qu'enfin il ne reste bientôt plus que la coupe transversale du tube intestinal.

Sur des coupes intermédiaires, on voit la masse des prévertèbres s'insinuer entre les lumières de l'intestin et de la glande superanale, en sorte qu'on trouve celles-ci séparées, alors que les éléments qui constituent la partie principale de ces organes sont encore confondus.

Si nous examinons plus attentivement notre première préparation, nous voyons qu'en un certain endroit, les éléments du feuillet blastodermique moyen, pullulent des deux côtés contre la lame des glandes intestinales. Si par la pensée nous étendons ce processus aux autres dimensions de ce segment de l'intestin, nous voyons que les deux pointes produites par la pullulation des éléments du feuillet moyen du blastoderme, tendent à se rapprocher l'une de l'autre, des deux côtés de l'intestin et sur une certaine étendue de son parcours, jusqu'à ce qu'elles se rencontrent, et isolent ainsi un organe tubuleux qui est le rudiment de la glande superanale. Nous assistons ici au renouvellement de ce processus, qui se manifeste dès l'ébauche de l'embryon, et qui s'observe encore jusque pendant les périodes les plus tardives du développement. C'est en effet la loi de l'accroissement que les éléments du feuillet moyen du blastoderme, comme s'ils avaient pour fonction de donner aux organes la forme qui les caractérise, exercent une action directrice sur la masse des éléments du feuillet interne et du feuillet externe du blastoderme. Cette loi est confirmée par des observations

concordantes de Waldeyer (1) pour l'ovaire, de Schenk (2) pour les conduits pancréatiques et les gros conduits biliaires, de Boll (3) pour les bronches, de Radwaner (4) pour la vésicule oculaire, etc.

Tout d'abord, la glande superanale n'est qu'une courte saillie, dirigée d'arrière en avant, et qui se termine par une extrémité en cul-de-sac et arrondie. Chez des embryons plus âgés, cette saillie est devenue plus considérable, et chez un embryon de Mustelus vulgaris, long de 11 centimètres, la glande superanale a une longueur d'environ 4 millimètres.

Tous les embryons qui nous ont servi dans nos recherches étaient, depuis longtemps déjà, conservés dans l'acide chromique ou dans l'alcool ; nous avons pu cependant observer sur eux la structure et le développement de la glande digitiforme, ainsi que les modifications dont sa muqueuse et sa paroi sont le siége. Les modifications que subit la muqueuse consistent dans la production d'une série d'enfoncements tantôt simples, tantôt ramifiés. La cause de ces modifications semble encore résider dans la manière dont se comportent les éléments du feuillet moyen du blastoderme par rapport à ceux du feuillet des glandes intestinales. Le principe de l'accroissement, que nous avons déjà eu occasion de mentionner en montrant comment la glande superanale se sépare de l'intestin, ce même principe se manifeste donc encore ici.

Sur une coupe transversale de la glande superanale d'un Mustelus vulgaris long de 5 1/2 centimètres, la paroi constituée exclusivement par du tissu conjonctif embryonnaire, présente une série de prolongements coniques, contre lesquels s'appliquent les éléments du feuillet des glandes intestinales. Ceux-ci présentent, par conséquent, une série d'enfoncements correspondants ; ces dépressions sont le rudiment de la glande,

(1) *Eierstock und Ei.* Leipzig, 1870.

(2) *Die Bauchspeicheldrüse des Embryo. in Anatomisch-physiologischen Untersuchungen.* Wien, 1872.

(3) *Das Princip des Wachsthums.* Berlin, 1876.

(4) *Ueber die Entwicklung der Sehnervenkreuzung, in Mittheilungen aus dem embryologischen Institute der Universität in Wien,* I Bd, 1 tes Heft, 1877.

et tantôt sont plus ou moins superficielles, tantôt au contraire pénètrent déjà très-profondément dans la paroi, et peuvent même être divisés dichotomiquement.

Si nous considérons que, dans la glande superanale, nous n'avons affaire qu'à des glandes tubuleuses, contrairement à ce qu'on avait cru jusqu'à présent, nous pouvons donc admettre l'opinion de Roth (1), relativement au développement des glandes muqueuses, à savoir : que les glandes tubuleuses ne sont dans ce cas que des bourgeons creux, contrairement à ce qui a lieu pour les glandes acineuses, dont le type se retrouve, par exemple, dans les glandes de Méibomius et dans les glandes cutanées : ces dernières se trouvent toujours, en effet, aux premiers stades de leur développement, remplies d'éléments cellulaires.

Un peu plus tard, les lumières des glandes se rétrécissent, en même temps que celles-ci pénètrent plus profondément dans la paroi de l'organe et poussent des bourgeons latéraux, également tubuleux. Les glandes sont, dans toute leur étendue, revêtues d'épithélium cubique; les traînées fibreuses de tissu conjonctif pénètrent dans leur intervalle jusqu'à la surface interne : celle-ci a pour limite une couche circulaire de fibres que traverse l'embouchure de la glandule pour déverser à l'intérieur le produit de sa sécrétion. Les traînées conjonctives qui s'insinuent en rayonnant entre les glandes sont en certains endroits très-volumineuses, en certains autres endroits ne représentent plus, au contraire, que de minces cordons. En un point spécial, placé en regard de l'intestin, on voit d'assez bonne heure une de ces traînées conjonctives devenir prédominante, apporter dans la continuité de la substance glandulaire une interruption plus grande, et lui donner cet aspect spécial que nous avons décrit chez l'adulte.

Chez l'embryon de Mustelus vulgaris long de 5 1/2 centimètres, il est facile d'observer qu'au point de sa surface qui

(1) *Der Kehldeckel und die Stimmritze im Embryo, nebst einigen Bemerkungen über die Entwickelung der Schleimdrüsen*, in *Mittheilungen aus dem embryol. Institute der Universität in Wien*, I Bd. 2 tes Heft, 1877.

correspond à l'endroit où se trouvera plus tard la grosse cloison conjonctive, la muqueuse de la glande superanale reste lisse, et ne présente point ces enfoncements qu'il faut considérer comme le rudiment des glandes.

En cherchant à résumer les notions que nous avons acquises sur le développement de la glande superanale, nous voyons donc que cette glande naît sous forme de bourgeon au bord supérieur gauche de la circonférence de l'intestin ; elle naît sous l'influence des éléments du feuillet moyen du blastoderme ; elle est revêtue par le péritoine, et constituée par les éléments du feuillet des glandes intestinales et par ceux du feuillet moyen du blastoderme, qui, d'une manière générale, participent à la construction de l'intestin. Les glandes que renferme cet organe sont des glandes tubuleuses, revêtues dans toute leur étendue d'un épithélium cubique. Déjà, pendant la vie embryonnaire, aussi longtemps que l'animal se trouve encore contenu dans le corps de la mère, la glande est presque aussi achevée que chez l'animal adulte ; la seule différence que l'on observe tient à ce que, chez l'embryon, la substance glandudulaire n'est pas aussi compacte que chez l'adulte.

Vienne, décembre 1877.

Le propriétaire-gérant,

GERMER BAILLIÈRE.

Saint-Denis. — Imprimerie de CH. LAMBERT, 17, rue de Paris.

RECHERCHES

SUR

L'ORIGINE RÉELLE DES NERFS CRANIENS

(Suite. — 5[e] article.) (1).

Par M. le Dr Mathias DUVAL

PLANCHES XXXII ET XXXIII (IX et X du mémoire de l'auteur).

De tous les nerfs crâniens, le *pathétique* est celui dont l'étude démontre le mieux la nécessité de recherches faites au moyen de coupes méthodiquement sériées et conservées, sous leur numéro d'ordre, pour être étudiées successivement à plusieurs reprises. Le trajet de ce nerf, depuis son émergence jusqu'à son noyau d'origine, est relativement très-court, mais il est en même temps très-complexe : en effet, les fibres radiculaires se croisent, contournent l'aqueduc de Sylvius et subissent successivement trois inflexions; elles sont de plus en rapport de contiguïté avec la racine supérieure du trijumeau. Il arrive donc facilement qu'on perde brusquement la trace de ce nerf, si on ne dispose pas d'une série complète de coupes pratiquées sur la courte étendue où se produisent ces changements de direction, et il arrive plus facilement encore qu'on confonde les fibres du pathétique avec celles de la racine supérieure du trijumeau.

Nous étudierons simultanément ces deux ordres de filets radiculaires sur des coupes perpendiculaires à l'axe longitudinal de la protubérance : quelques considérations d'anatomie comparée nous permettront de bien définir les rapports variables des racines du pathétique avec celles de la partie supérieure du trijumeau. Nous passerons alors en revue les nombreux travaux

(1) Voy. *Journ. de l'Anat. et de la Physiol.* : sept. 1876, p. 496 ; — mars 1877, p. 181 ; — nov. 1877, p. 471 ; — janvier 1878, p. 1.

dans lesquels l'anatomie du nerf de la quatrième paire a été plus ou moins heureusement indiquée ; cette étude, que nous conduirons jusqu'aux belles recherches de Stilling, nous montrera que la question capitale, au point de vue pathétique, est non-seulement la démonstration de son entre-croisement, mais encore, et surtout, la distinction absolue a établir entre le faisceau radiculaire, qui lui appartient seul, et le faisceau du trijumeau, si souvent attribué au pathétique.

C'est pourquoi, dans la seconde partie de cette étude, nous établirons cette distinction sur de nouvelles preuves empruntées à l'étude de coupes parallèles à l'axe, et nous pourrons alors présenter la critique des divers travaux qui, depuis Stilling, ont paru sur ce nerf.

I. — Étude du pathétique sur des coupes perpendiculaires a l'axe du système nerveux.

Commençons par étudier une coupe faite sur l'isthme de l'encéphale, un peu en arrière de l'origine apparente du pathétique ; et, puisque précédemment nous avons étudié le facial et le trijumeau sur l'encéphale du chat, choisissons une préparation empruntée à ce même mammifère. Telle est la figure 1 de la pl. IX. En PM, nous voyons la coupe des faisceaux pyramidaux placés au milieu des fibres transversales de la protubérance ; en CP, un faisceau coupé perpendiculairement et qui, soit dit en passant, fait suite aux cordons postérieurs de la moelle (1). Le niveau où est pratiquée cette coupe correspond à l'émergence du trijumeau, dont on voit la racine sensitive en 5 et la racine motrice en 5'. La racine supérieure de ce nerf forme un faisceau bien distinct (V), de chaque côté du plancher du quatrième ventricule, en dedans des pédoncules cérébelleux supérieurs (PS) : cette racine supérieure du trijumeau est en rapport avec une traînée de grosses cellules arrondies, qui l'accompagnent en occupant son bord interne. Enfin, on voit en K

(1) Voy. Sappey et Mathias Duval : *Trajet des cordons nerveux qui relient le cerveau à la moelle épinière.* (*Compte rendu, Académie des sciences*, 19 janvier 1876.)

la coupe de la valvule de Vieussens, formant à ce niveau la paroi supérieure du quatrième ventricule.

Si nous passons alors à une coupe faite un peu en avant de la précédente, au niveau même de l'origine apparente (fig. 2, pl. IX), nous retrouvons les mêmes parties que précédemment, avec les différences suivantes : le pédoncule cérébelleux supérieur (PS) est un peu descendu, c'est-à-dire qu'il est venu se placer un peu en avant et en dedans; par contre, la racine supérieure du trijumeau (V. fig. 2) a présenté un léger déplacement en haut et en dehors, de sorte qu'elle effleure le bord interne du pédoncule, ou pénètre même déjà légèrement dans son épaisseur. Mais le fait important, c'est que, dans la valvule de Vieussens, on distingue nettement deux bandelettes transversales qui se croisent (VI), et qui ne sont autre chose que les deux nerfs pathétiques au niveau de leur émergence ; chacune de ces bandelettes présente en effet deux extrémités: l'une située sur un plan plus élevé (X,X), et qui n'est autre chose que l'extrémité émergente ou périphérique ; l'autre placée sur un plan plus profond (VI), et qui représente l'extrémité centrale, en rapport avec le bord supérieur du pédoncule cérébelleux et avec le bord externe de la racine supérieure du trijumeau. En tenant compte de ce rapport, nous pourrons facilement, sur une série de coupes faisant suite à celle que nous venons d'étudier, suivre le nerf pathétique jusqu'à son noyau propre.

Sur la coupe dont la partie supérieure est représentée dans la figure 3 (Pl. IX), nous voyons les deux faisceaux qui doivent nous servir de repères présenter les dispositions suivantes : 1° Le pédoncule cérébelleux supérieur (PS) est encore plus bas et plus en dedans ; dans la moitié gauche de la figure, il forme encore un faisceau bien circonscrit coupé perpendiculairement à ses fibres; dans la moitié droite, représentant un niveau un peu supérieur (ou antérieur), s n bord interne commence à se résoudre en fibres coupées obliquement, car elles se portent vers la ligne médiane pour s'entre-croiser avec leurs congénères du côté opposé. — 2° La racine supérieure du trijumeau (V) se dégage de ce pédoncule; elle traverse, dans la moitié gauche de

la figure, l'angle interne de la coupe de ce pédoncule, et dans la moitié droite elle est devenue complétement libre, et se présente dès lors non plus sous la forme d'un faisceau perpendiculairement sectionné, mais sous celle d'un pinceau de fibres longitudinales à direction ascendante, se dirigeant vers le tubercule quadrijumeau correspondant. Le faisceau VI, placé comme précédemment (fig. 2) au-dessus du pédoncule cérébelleux supérieur et en dehors de la racine supérieure du trijumeau, n'est autre chose que le nerf pathétique. Dans la valvule de Vieussens (fig. 2), ce nerf, au niveau de sa décussation transversale, se présentait comme une bandelette sectionnée parallèlement à ses fibres ; ici (fig. 3), il est vu en coupe transversale, c'est-à-dire qu'ici cette racine nerveuse se dirige parallèlement à l'axe de l'isthme de l'encéphale pour remonter vers son noyau propre. Les explications que nous avons données à l'instant sur les moitiés gauche et droite de la figure, permettent facilement de comprendre les légères différences de rapport que présente à droite et à gauche le petit faisceau radiculaire désigné par le chiffre VI.

Mais ni le nerf pathétique, ni la racine supérieure du trijumeau ne conservent longtemps la direction qu'ils viennent de nous présenter. Dès que nous arrivons sur une coupe où les tubercules quadrijumeaux sont largement développés (fig. 4 et 5), la racine supérieure du trijumeau cesse de monter obliquement en haut et en avant, pour se diriger directement en avant (vers les couches optiques) ; aussi ses faisceaux, dissociés en petits fascicules, se présentent-ils désormais sous forme de fibres coupées perpendiculairement à leur axe. Quant au nerf pathétique, il s'incline en bas et en dedans, et on peut alors le suivre jusqu'à son noyau propre, dans lequel il se termine après un court trajet. C'est ce que nous montrent les figures 4 et 5.

Dans la moitié gauche de la figure 4, la racine ascendante (ou supérieure) du trijumeau (V) a déjà pris, du moins quant à ses fascicules les plus supérieurs, la direction que nous venons d'indiquer ; quant au pathétique (VI), il est encore représenté par un faisceau transversalement sectionné. Dans la moitié droite de la

même figure, représentant une coupe faite à un niveau légèrement supérieur, tous les fascicules de la racine supérieure du trijumeau (V) sont sectionnés perpendiculairement à leur direction, c'est-à-dire que tous présentent un trajet direct en avant vers les couches optiques; le nerf pathétique, au contraire (VI), s'étale, par son bord interne, en un faisceau obliquement coupé, et dont les fibres se dirigent en bas et en dedans, du côté de la ligne médiane.

Il est facile de voir que la coupe représentée fig. 5 complète et achève la recherche de l'origine du pathétique. Ici, du côté droit comme du côté gauche, les fibrilles de la racine ascendante du trijumeau (V) sont coupées perpendiculairement; on voit toujours quelques grosses cellules arrondies éparses sur la limite interne du champ figuré par cette série de coupes. Quant au pathétique, on voit encore à gauche le coude entre sa direction antéro-postérieure (fibres transversalement sectionnées) et sa direction oblique en dedans et en bas (fibres longitudinalement sectionnées) : ces fibres atteignent déjà leur noyau propre (6); mais c'est surtout du côté droit, la coupe portant ici en plein sur ce noyau, qu'on voit les fibres radiculairement prendre nettement naissance dans ce petit amas de grosses cellules multipolaires.

Nous pouvons donc, d'après la coupe représentée fig. 5, dire que les nerfs pathétiques ont pour noyaux propres des amas situés de chaque côté de la ligne médiane, dans la couche la plus profonde de la substance grise qui forme le plancher de l'aqueduc de Sylvius, au-dessus de deux faisceaux blancs très-distincts, qui n'ont pas été désignés dans nos figures par des lettres spéciales, et sur la nature desquels nous sommes, du reste, peu fixés. (Les auteurs allemands désignent ces faisceaux sous le nom de *hinterlangsbundel*, bandelette longitudinale postérieure.)

Si nous récapitulons le trajet du nerf pathétique, mais en le suivant en sens inverse de ce que nous avons fait précédemment, c'est-à-dire de son origine réelle vers son émergence, nous voyons que ce nerf, au sortir de son noyau, se dirige

d'abord transversalement en dehors (fig. 5, en 6, 6 et VI, VI'), puis d'avant en arrière, parallèlement à l'axe du système nerveux, puis s'infléchit brusquement en dedans, pour s'entre-croiser, dans la valvule de Vieussens, avec son congénère, et enfin émerger du côté opposé. Ce nerf décrit donc en somme un fer à cheval à convexité externe ; la branche antérieure de ce fer à cheval est formée par les fibrilles émergeant du noyau ; la branche postérieure constitue la décussation des deux nerfs ; la branche moyenne, longitudinale, présente des rapports très-intimes de contiguïté avec la racine ascendante du trijumeau ; elle est en effet croisée par cette racine du trijumeau qui, de la région de l'étage supérieur de la protubérance (fig. 1 et 2, en V), se porte (fig. 3) dans la région du bord interne des tubercules quadrijumeaux. (V. fig. 4 et 5.)

Nous verrons bientôt, en étudiant l'historique de la question, que nombre d'anatomistes, trompés par cette contiguïté entre le pathétique et la racine ascendante du trijumeau, se sont laissé entraîner, pour ainsi dire, sur une fausse piste, et ont attribué au premier nerf ce qui appartient au second. Cette confusion est d'autant plus facile que, chez quelques animaux, les rapports de contiguïté entre le pathétique et la racine supérieure du trijumeau sont encore plus intimes que ceux que nous venons de décrire chez le chat. C'est ce que démontre l'étude de coupes pratiquées sur la protubérance du rat, du lapin et de l'homme.

Chez le chat, ainsi que le montre plus spécialement la figure 3 de la pl. IX, la racine supérieure du trijumeau, pour passer de la région de l'étage supérieur de la protubérance dans la région des tubercules quadrijumeaux, se place au côté interne du pathétique, ou, pour mieux préciser, au côté interne de la branche moyenne du fer à cheval décrit par le trajet de ce nerf. Chez le rat, le lapin, et en général chez les rongeurs, cette racine supérieure du trijumeau traverse directement le faisceau même du pathétique ; chez l'homme, elle se place en dehors de lui.

La disposition qui existe chez le rat est représentée dans la figure 6, pl. IX : d'un côté (à droite), la racine supérieure du

trijumeau (V') se dégage de la partie interne du pédoncule cérébelleux supérieur et entre dans le pathétique, qu'elle traverse ; du côté opposé, représentant une coupe à un niveau très-légèrement supérieur (ou antérieur), la racine du trijumeau se dégage du pathétique, et atteint la région du tubercule quadrijumeau correspondant.

Chez l'homme, dont le système nerveux est en définitive l'objet essentiel de nos recherches, le trajet radiculaire du pathétique ne diffère de ce que nous venons de voir chez d'autres animaux qu'en ce que la racine supérieure du trijumeau ne passe ni en dedans ni au milieu même, mais en dehors du pathétique : c'est ce que montre la série des figures 7, 8 et 9 de la planche X.

Sur une coupe faite en arrière du lieu d'émergence du pathétique (fig. 7), nous trouvons des parties qui nous sont bien connues d'après nos études antérieures sur le trijumeau (1) : en effet, la figure 7 fait suite, de bas en haut (d'arrière en avant), à la figure 10 de la planche VI. C P représente le faisceau encore peu connu, qui fait suite aux cordons postérieurs de la moelle (2) ; P S est le pédoncule cérébelleux supérieur ; K, la valvule de Vieussens, et V la racine supérieure du trijumeau accompagnée de grosses cellules arrondies et plus ou moins pigmentées (T). Si de cette coupe nous passons à l'examen d'une préparation faite au niveau de l'émergence du pathétique, nous retrouvons (fig. 8) les mêmes parties ; seulement les pédoncules cérébelleux sont situés plus bas, et la racine supérieure du trijumeau plus haut : en dedans de celle-ci on voit le pathétique VI', qui se dirige transversalement dans l'épaisseur de la valvule de Vieussens pour s'entre-croiser avec celui du côté opposé (VI, VI) : telle est la branche postérieure du fer à cheval décrit par le pathétique.

La branche moyenne est représentée en coupe dans la moitié droite de la figure 9 (en VI). On voit que la racine supé-

(1) Voy. *Journ. de l'Anat. et de la Physiol.* Janvier 1878.

(2) Voy. Sappey et Duval (*Comptes rendus, Acad. des sciences*, 19 janvier 1876).

rieure du trijumeau, avec les grosses cellules arrondies qui l'accompagnent, est située en dehors de la coupe du nerf pathétique.

Enfin la branche antérieure du fer à cheval, c'est-à-dire l'origine même du pathétique et son noyau, sont figurées dans la moitié gauche de ce même dessin, représentant une coupe faite à un niveau un peu plus antérieur que la moitié droite ; le pathétique est en effet sectionné ici parallèlement à ses fibres, lorsque, de sa direction antéro-postérieure, il se recourbe pour se diriger transversalement en bas et en dedans; comme chez le chat, son noyau propre est situé à peu de distance de la ligne médiane, dans la couche la plus profonde de la substance grise qui tapisse l'aqueduc de Sylvius, et comme logé dans une petite dépression de la face supérieure de ce faisceau blanc, que les Allemands désignent sous le nom de bandelette longitudinale postérieure.

En somme, le fait le plus essentiel dans le mode d'origine du pathétique, c'est cette décussation des fibres radiculaires entre leur noyau et leur lieu d'émergence ; la quatrième paire est le seul nerf moteur qui présente cette disposition : on a bien décrit quelque chose d'analogue pour le grand hypoglosse, mais nous avons montré dans un mémoire précédent (1) qu'en réalité, les fibres radiculaires de ce nerf ont un trajet direct, non croisé, de leur noyau à leur lien d'émergence. Dans une étude qui envisagera la question plus particulièrement au point de vue physiologique, nous chercherons à montrer la signification fonctionnelle de cet entre-croisement. Mais nous devons, pour le moment, nous contenter d'avoir bien mis en évidence le fait anatomique ; nous avons vu, comme le montrent les figures 2 et 8 des planches IX et X, que cet entre-croisement est complet. Si quelques doutes pouvaient rester à cet égard, il suffirait d'examiner des coupes d'encéphale de singe, coupes non figurées ici, mais dont nous possédons une nombreuse collection ; chez ces animaux, et notamment sur les cynocéphales, les nerfs mo-

(1) Numéro de sept. 1876.

teurs du globe oculaire présentent un volume relativement très-considérable : pour un cerveau qui n'est peut-être, en volume, que le 8ᵉ du cerveau humain, nous trouvons un nerf pathétique qui est presque d'un calibre double de celui de l'homme. Il est donc facile d'obtenir ici une série de coupes portant sur la décussation de la quatrième paire, et de suivre, filets par filets, cette décussation. Cette étude nous a démontré que la décussation est complète et qu'aucune fibre radiculaire n'y échappe. Ce fait est important ; car, ainsi que nous le verrons dans l'historique de la question, la plupart des auteurs qui ont entrevu la décussation du pathétique, ont cru à un entre-croisement partiel et incomplet.

Il est une classe d'animaux chez lesquels les dispositions sus-indiquées du pathétique se montrent avec une très-grande évidence ; mais comme l'organisation des centres nerveux et celle des organes des sens s'éloignent chez ces animaux de ce qu'elles sont chez l'homme, la disposition de leur pathétique ne peut être invoquée que pour corroborer le fait de la décussation complète et non pour trancher la question. Nous voulons parler des oiseaux. Qu'on suppose le trajet du pathétique, depuis son noyau jusqu'à son origine apparente, rendu très-court par une sorte de tassement qui rapprocherait les deux branches extrêmes du fer à cheval, de telle sorte que la branche postérieure fasse suite directement à la branche antérieure : noyau, émergence et trajet intermédiaire du nerf se trouveront alors ramenés dans un même plan, et pourront être compris en une seule et même coupe. Telle est la disposition que présente la quatrième paire chez les oiseaux ; et comme chez ces animaux ce nerf est relativement volumineux, son trajet central est on ne peut plus évident : nous l'avons représenté (fig. 10, pl. X) d'après une coupe faite sur l'encéphale du dindon. En 6, se voit le noyau du pathétique, occupant toute la couche grise du plancher de l'aqueduc de Sylvius, au-dessus d'un faisceau blanc (B L) qui paraît représenter la bandelette longitudinale de l'isthme des mammifères ; de ce noyau partent de nombreuses fibres radiculaires, qui se réunissent aussitôt en un gros faisceau, lequel,

après un court trajet en dehors, se recourbe brusquement en dedans pour s'entre-croiser avec celui du côté opposé (VI).

Historique.

Notre intention n'est pas de donner ici une revue complète de tout ce qui a été dit sur les origines du nerf pathétique; par le fait de son émergence sur les parties postérieures de la région de l'isthme de l'encéphale, ce nerf moteur a toujours été l'objet de remarques particulières de la part des anatomistes, qui, à l'époque où faisaient défaut les moyens de recherches d'anatomie microscopique, se sont efforcés d'en expliquer la situation anomale et les origines réelles bien plutôt par des théories préconçues que par des faits d'observation. Quelques citations montreront combien ces explications étaient embarrassées. Puis, avec les recherches de Stilling et de Vulpian, nous verrons de véritables résultats anatomiques prendre la place des hypothèses pures; mais ces résultats eux-mêmes paraîtront sur quelques points importants en désaccord avec les descriptions que nous avons précédemment données : c'est pourquoi nous reprendrons à nouveau l'étude des origines du pathétique d'après des coupes longitudinales, de façon à établir d'une manière absolument définitive des faits dans la démonstration desquels nous avons du reste été précédé par Meynert, Huguenin. Nous pourrons alors, critiquant non plus des hypothèses, mais des interprétations de faits anatomiques, passer en revue des travaux qui, à partir des recherches de Stilling et de Vulpian, ont amené, avec Deiters, Henle, Stieda, etc., la démonstration de l'origine réelle du pathétique, telle que l'a donnée Meynert, et telle qu'elle résulte de nos propres travaux.

A. Serres, insistant particulièrement sur la situation constante de l'émergence du pathétique à la face postérieure de l'isthme, semble cependant indiquer qu'il aurait constaté parfois des dispositions anatomiques faisant remonter l'origine de ce nerf aux tubercules quadrijumeaux : « La quatrième

paire, dit-il, est invariable dans son insertion, elle s'implante constamment sur la lame blanchâtre que forme la valvule de Vieussens, en arrière des tubercules quadrijumeaux..... Chez les carnassiers, j'ai souvent rencontré un faisceau descendant des tubercules quadrijumeaux postérieurs, et se portant vers la quatrième paire; je l'ai pareillement observé chez le marsouin. Je ne l'ai jamais aperçu ni chez les ruminants, ni chez les rongeurs (1). »

La théorie de Ch. Bell sur les nerfs involontaires, dits respiratoires, est assez connue pour qu'il nous suffise de citer sans commentaire le passage suivant, emprunté à cet auteur (2) :

« La marche que nous suivons dans nos recherches nous porte à observer d'abord le rapprochement de la racine de la quatrième paire, de l'origine du nerf respiratoire de la face, et nous les voyons sortir du même filet de substance fibreuse. La colonne de substance médullaire qui constitue la partie de la moelle allongée, d'où sortent les nerfs respiratoires, se termine en haut, ou à son extrémité antérieure, précisément sous les corps quadrijumeaux, et c'est de là que sort la quatrième paire. Est-il donc possible, dirons-nous, qu'il y ait quelque correspondance entre l'acte général de la respiration et le mouvement de relation de l'œil? Conduit ainsi à faire l'expérience, etc. » (P. 238.)

En parlant de l'origine du facial, nous avons montré qu'à l'époque où ont paru les travaux de Longet, on s'attachait à rechercher l'implantation des nerfs moteurs sur telle ou telle colonne blanche, et non à poursuivre leurs fibres radiculaires jusqu'à des noyaux propres, la notion des masses grises formant les noyaux des nerfs n'ayant été introduite dans la science qu'à la suite des travaux de Stilling. Comme pour le facial, Longet rattache le nerf pathétique au cordon blanc antérolatéral.

(1) A. Serres. *Anat. comparée du cerveau dans les quatre classes des anim. vert.*, 1824, t. I, p. 344.

(2) Ch. Bell. *Exposition du système naturel des nerfs.* (Trad. par J. Genest. Paris, 1825, p. 237.)

« On aperçoit l'origine de ce nerf immédiatement derrière les tubercules quadrijumeaux : le lecteur se rappelle qu'une partie du faisceau antéro-latéral de la moelle (faisceau moteur) se recourbe au-dessous de ces tubercules : or, le pathétique se détache, à l'aide de deux ou trois filets radiculaires, du précédent faisceau, au moment où il disparaît sous les tubercules appelés *testes;* ce nerf offre donc, comme les autres nerfs moteurs oculaires, une origine en rapport aves ses usages (1). »

Avec Natalis Guillot apparaissent les premières tentatives faites dans le but de rattacher les origines de ce nerf à la substance grise centrale; mais il faut reconnaître que la description de cet auteur est singulièremenl confuse et complexe (2) :

« L'insertion des nerfs de la quatrième paire se fait par un nombre de filets variables de chaque côté sur la valvule de Vieussens. — Au premier examen, il n'est pas facile de démontrer les rapports qui unissent ces filets à la matière grise; ces filaments sont extrêmement délicats et friables; leur insertion n'est pas solide, et la surface qui les reçoit cède elle-même aux contacts les plus légers. Mais lorsque, sur des cerveaux très-bien conservés, on examine cette insertion à l'aide de sections verticales, on peut alors reconnaître la manière dont la matière grise se comporte à l'égard des extrémités de ces nerfs. Le rapport des filaments de la quatrième paire avec la substance grise m'a paru multiple. Il s'effectue premièrement sur une légère couche de matière grise située en dedans et en arrière de la dernière paire des tubercules quadrijumeaux; secondement, sur un prolongement de la même matière qui provient des parties sous-jacentes à la valvule de Vieussens..... Chez l'homme, la matière grise sur laquelle cette implantation s'opère, pourrait être regardée comme la continuation de la colonne de matière cendrée de la moelle épinière, étendue alors au-dessous de la valvule de Vieussens..... On voit

(1) Longet. *Anat. et Physiol. du syst. nerveux,* 1842. T. II, p. 392.

(2) Nat. Guillot. *Exposition anatomique de l'organisation du centre nerveux dans les quatre classes d'animaux vertébrés.* Paris, 1844, p. 254.

que je n'adopte point l'opinion qui fait naître les nerfs pathétiques sur les tubercules testes. Je la repousse, parce que je ne parle que de ce qu'il est possible de voir ; or, si l'on regarde les petits filaments de ce nerf à leur insertion, on pourra se convaincre que ces filaments sont trop éloignés de la paire postérieure des tubercules quadrijumeaux pour que cette origine soit probable. »

C'est alors que parurent les travaux de Stilling, en Allemagne, ceux de Vulpian, en France. Les planches de Stilling (1) représentent avec une merveilleuse fidélité les dispositions des racines du pathétique et de la racine supérieure du trijumeau; mais, faute d'une série de coupes assez nombreuses, cet auteur supplée par une hypothèse à l'insuffisance des faits constatés, et il rattache au pathétique deux ordres de faisceaux radiculaires : la racine supérieure du trijumeau est décrite par lui sous le nom de *Pars inferior curriculi centralis nervi Trochlearis* (op. cit., p. 55); au chiasma il donne le nom de *Pars horizontalis curriculi centralis N. Trochlearis*; enfin la seule vraie racine du pathétique est désignée par lui comme *Pars superior curriculi* etc. (op. cit., p. 61). Mais il a le mérite de conduire cette racine jusqu'à son noyau, de telle sorte que c'est bien à Stilling qu'appartient la découverte du noyau propre de ce nerf. Les quelques lignes consacrées par lui à la description de ce noyau doivent donc être reproduites ici (op. cit., p. 60) :

« Inter marginem posteriorem partis posterioris pristinorum funiculorum anteriorum, et marginem anteriorem substantiæ cinereæ, ante aquæductum Sylvii sitæ, satis prope postremum punctum raphes, massa substantiæ cinereæ comparet, initio subrotunda, in altioribus stratis irregulariter circumscripta, quæ constat e corporibus nerveis maximi ambitus, atque fibris, quæ transverse aut irregulariter circum illa aut inter illa decurrunt. »

Nous reproduirons également le passage où Stilling résume

(1) Stilling. *Disquisitiones de structura et functionibus cerebri. Ienæ*, 1846.

la description des diverses racines du pathétique : il sera facile au lecteur de constater combien cette description est exacte : elle reproduirait la réalité, si on substituait le nom de racine supérieure du trijumeau toutes les fois que l'auteur emploie l'expression de *pars inferior curriculi N. Trochlearis.* « Ex observationibus, quas disquisitio segmentorum transversorum horizontalium et segmentorum longitudinalium afferebat, innotuit, curriculum centrale N. Trochlearis singulari modo decurrere, quo decursu ab omnibus reliquis curriculis nervorum centralibus valde differebat. Vidimus partem curriculi centralis N. Trochlearis e superiori nucleo N. Trigemini oriri, oblique introrsum sursumque usque prope infra corpora quadrigemina posteriora, directione verticali aut fere verticali, pergere, quo facto ad formam arcus aut anguli in dimidium laterale oppositum Pontis replicari, in plano aut directione horizontali decurrere, ibique ut partem radicis exterioris N. Trochlearis e Ponte egredi. Itaque curriculum N. Trochlearis e nucleo N. Trigemini dimidii lateralis dexteri Pontis oriens, in exteriorem radicem N. Trochlearis lateris sinistri transit, ac vice versâ. Hanc partem decussatam in valvula cerebelli, N. Trochlearis appellavi inferiorem. — Porro intelliximus, aliam partem curriculi centralis N. Trochlearis ante corpora quadrigemina posteriora e peculiari nucleo substantiæ cinereæ (nucleo N. Trochlearis) originem ducere, deorsum ponevorsumque, directione fere verticali, superne decurrere, usque propre ad locum exitus radicis N. Trochlearis dimidii lateralis respondentis, atque hoc loco ad formam arcus aut anguli introrsum verti, directione horizontali ulterius decurrere, et tanquam partem radicis N. Trochlearis alterius dimidii lateralis extrorsum cedere. Itaque centrale nervi curriculum, e nucleo N. Trochlearis dimidii lateralis dexteri exortum, in radicem N. Troclearis lateris sinistri transiit, ac vice versâ. Hoc decursu rursus eo loco, quo partes horizontales singuli curriculi sibi obviam veniebant, decussatio earum est producta. Hanc curriculi partem nominavi superiorem partem curriculi centralis N. Trochlearis (1). »

(1) *Op. cit.*, page 135.

Dans sa thèse inaugurale (Paris 1853), Vulpian examine avec détails l'origine des pathétiques :

Page 14. « Les pathétiques ne naissent pas, comme le dit Longet, des faisceaux triangulaires de l'isthme (ganse de Reil.): ces faisceaux sont situés en avant et en dehors de l'origine apparente des pathétiques, et n'ont avec eux aucune espèce de relation. »

Page 16. « Les pathétiques tirent leur origine réelle des pédoncules cérébelleux, des faisceaux intermédiaires, des tubercules quadrijumeaux, de la valvule de Vieussens. Parmi les radicules qui viennent de ces différentes parties, les unes sont directes ; elles sont en petit nombre : les autres s'entre-croisent sur la ligne mediane dans la valvule de Vieussens : ce sont les plus nombreuses. » — Plus loin (page 19), l'auteur insiste sur ce fait : qu'il faudrait considérer ces fibres transversales plutôt comme une *commissure* que comme un entre-croisement, un véritable chiasma. — Cependant, dans un travail publié l'année suivante en collaboration avec Philippeaux (Soc de Biologie, avril 1854, et compte rendu, page 43), Vulpian décrit de nouveau « plusieurs filets originels s'entre-croisant dans la valvule de Vieussens. » (Page 46.)

Nous avons indiqué précédemment pour quelles raisons nous arrêterions ici cet historique, en remettant la suite après l'étude du pathétique sur des coupes longitudinales. Nous nous bornerons donc à constater que, même après les publications de Stelling et de Vulpian, l'anatomie du pathétique, quant à ses origines réelles, était chose encore complexe, très-controversée, et nous en donnerons comme preuve une dernière citation, empruntée à Gratiolet (1) :

« L'origine réelle du pathétique est mal connue ; si bien que jusqu'ici il semble constituer une véritable anomalie parmi les nerfs crâniens. On sait en effet que ses racines semblent naître derrière les tubercules quadrijumeaux postérieurs de la valvule de Vieussens. Mais ce n'est là qu'une apparence ; ces petits

(1) Leuret et Gratiolet. *Anat. comparée du système nerveux.* Vol. II, 1857, page 209.

nerfs en effet sont disposés de telle sorte que celui de droite passe à gauche, et celui de gauche à droite, d'où résulte un entre-croisement qui figure, au-dessus de la valvule, une commissure transverse..... Quant aux nerfs eux-mêmes, suivant M. Longet, d'accord en ceci avec les meilleurs anatomistes, ils naissent des rubans de Reil. Mais MM. Philippeaux et Vulpian combattent cette opinion, et les font naître des pédoncules cérébelleux supérieurs, des faisceaux intermédiaires, des tubercules quadrijumeaux, de la valvule de Vieussens et du frein de cette valvule. Tout ceci est encore obscur, malgré les peines que se sont données ces habiles anatomistes. Je soupçonne que la plupart des racines du pathétique s'enfoncent entre les pédoncules cérébelleux supérieurs et les rubans de Reil, et se terminent dans le plancher du quatrième ventricule. Leur implantation sur les limites du faisceau latéral, oblige d'ailleurs de les rattacher à la série du spinal et du facial, et dans ce cas l'anomalie apparente de leur trajet dépendrait uniquement des modifications que subit la forme des parties environnantes. »

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE XXII (IX du mémoire de l'auteur).

Fig. 1. — Coupe de l'isthme de l'encéphale du chat, au niveau de la partie antérieure de la valvule de Vieussens (un peu en arrière de l'émergence du nerf pathétique).

— PM, les pyramides (ou pédoncules cérébraux) entourées par les fibres transversales de la protubérance ; — CP, faisceau faisant suite aux cordons postérieurs de la moelle ; — 5, racine sensitive du trijumeau ; — 5', racine motrice du même nerf ; — V, racine supérieure du trijumeau ; — PS, pédoncule cérébelleux supérieur ; — K, valvule de Vieussens.

Fig. 2. — Coupe de l'isthme de l'encéphale du chat au niveau de l'émergence des nerfs pathétiques (immédiatement à la limite postérieure des tubercules quadrijumeaux postérieurs).

— PM, CP, 5 et 5', V, PS, comme dans la figure précédente ; — XX, extrémités émergentes des nerfs pathétiqnes ; — VI, extrémité centrale d'un nerf pathétique.

Fig. 3. — Coupe pratiquée un peu en avant de la précédente (la partie supérieure de la préparation est seule représentée ici) ; la moitié

droite de la coupe porte à un niveau un peu supérieur à la moitié gauche.

— PS, pédoncule cérébelleux gauche; — P'S', pédoncule droit dont les fibres descendent déjà vers la ligne médiane (pour s'y entrecroiser plus haut); — TT, tubercules quadrijumeaux postérieurs; — V, racine supérieure du trijumeau; — VI, coupe du nerf pathétique.

Fig. 4. — Coupe pratiquée sur la partie moyenne des tubercules quadrijumeaux postérieurs (du chat), c'est-à-dire à un niveau un peu supérieur (ou antérieur) à la coupe représentée fig. 3. — La moitié droite de la coupe porte sur un niveau un peu supérieur à celui de la moitié gauche.

Lettres et chiffres comme dans la figure précédente.

Fig. 5. — Coupe pratiquée un peu en avant de la précédente et montrant les noyaux propres (6) des nerfs pathétiques. — Les autres lettres et chiffres comme précédemment.

Fig. 6. — Coupe au niveau des tubercules quadrijumeaux postérieurs du rat : la partie gauche de la coupe porte à un niveau plus élevé ou plus antérieur que la partie droite.

Lettres et chiffres comme dans les figures précédentes.

PLANCHE XXIII (X du mémoire de l'auteur).

Fig. 7. — Coupe de l'isthme de l'encéphale de l'homme au niveau de la partie la plus antérieure de la valvule de Vieussens, un peu en arrière de l'émergence des pathétiques.

— CP, faisceau faisant suite aux cordons postérieurs de la moelle; — PS, pédoncule cérébelleux supérieur; — K, valvule de Vieussens; — V, racine supérieure du trijumeau; — T, cellules arrondies et pigmentées qui accompagnent cette racine.

Fig. 8. — Coupe faite au niveau de l'émergence des nerfs pathétiques : — VI, bout émergent; — VI', bout central de ce nerf; — BL, bandelette longitudinale postérieure. — Les autres lettres et chiffres comme dans la figure précédente.

Fig. 9. — Coupe faite un peu en avant de celle représentée dans la figure précédente : la moitié gauche de la coupe porte à un niveau un peu supérieur à celui de la moitié droite : — PM, pédoncule cérébral ou faisceaux pyramidaux; — CP, faisceau faisant suite au cordon postérieur de la moelle; — PS, pédoncule cérébelleux supérieur; — V, racine supérieure du trijumeau; — VI et VI^1, bout périphérique du pathétique; — 6, noyau propre de ce nerf.

Fig. 10. — Coupe de l'isthme de l'encéphale du dindon, montrant le trajet du nerf pathétique, tout entier visible sur une seule et même préparation : — LO, lobes optiques; — BL, bandelette longitudinale postérieure; — VI, nerf pathétique; — 6, son noyau.

CAUSE DES ALTÉRATIONS

SURVENANT DANS LES

ORGANES INTERNES CHEZ LES ANIMAUX

PAR SUITE

DE LA SUSPENSION DE LA PERSPIRATION CUTANÉE

Par M. Lomikowsky

L'influence pernicieuse de l'arrêt de la perspiration cutanée sur l'économie a attiré, depuis longtemps déjà, l'attention des médecins; mais la cause qui agit d'une matière si fatale sur l'organisme, dans ce cas, est encore contestée même de nos jours. Les expériences faites jusqu'ici dans le but de la rechercher, n'ont démontré que ceci : à savoir que la suppression des fonctions de la peau ne se supporte pas impunément. On ne doit pas perdre de vue que les moyens les plus inoffensifs par lesquels on obtient l'anéantissement de la perspiration cutanée, comme, par exemple : la gomme arabique en dissolution, l'albumine, la dextrine et autres, exercent une action si décisive sur les animaux, que ces derniers, selon l'âge et l'étendue de la surface recouverte d'enduit, périssent plus ou moins vite. Les phénomènes observés par les auteurs, et qui se développent du vivant des animaux recouverts de vernis, sont de nature différente, selon que le vernis est appliqué sur toute la surface du corps de l'animal, ou seulement sur une portion limitée. En premier lieu, les symptômes morbides surviennent rapidement : immédiatement après l'application du vernis, l'animal devient inquiet et tremble de tous ses membres; sa respiration, d'abord accélérée, ne tarde pas à se ralentir; sa température baisse et atteint 19-20° c.; l'albumine

apparaît dans l'urine; la quantité d'acide carbonique dégagée par l'animal diminue rapidement, la respiration se ralentit de plus en plus, l'activité du cœur faiblit sensiblement ; le pouls se fait à peine sentir; dans certains cas, il survient des mouvements convulsifs, après quoi l'animal succombe. Sous ce rapport, les expériences les plus importantes sont celles de Valentin (1), par lesquelles il a démontré que, si l'animal, sur le point de succomber, est transporté à une température plus élevée, il commence à se rétablir rapidement ; tous les symptômes morbides s'évanouissent; l'animal mange, les mouvements de sa respiration deviennent plus accélérés, l'échange des gaz augmente, et l'albumine disparaît dans l'urine (Schiff a fait les mêmes observations.) Une simple enveloppe de ouate produit le même effet qu'une élévation de la température ambiante, comme cela se voit par les expériences du docteur V. Laschkévitch (2) et du docteur Feinberg (3). Ce dernier, en enveloppant dans la ouate les animaux recouverts d'enduit, réussissait à prolonger leur vie d'environ quinze jours, tandis que les animaux périssaient sans cela le jour suivant.

Tels sont les phénomènes qu'on observe chez les animaux qui avaient toute la surface du corps enduite de vernis : pour la vernissure partielle, elle donne des résultats tant soit peu différents des précédents. Dans ce dernier cas, la température de l'animal commence ordinairement par s'élever aussitôt après l'application du vernis. L'élévation de la température continue encore les trois ou quatre jours suivants. Les symptômes morbides ne se manifestent pas tout à coup, mais graduellement. On trouve ordinairement, le surlendemain de l'application du vernis, de l'albumine dans l'urine. La quantité d'albumine va toujours augmentant vers la fin de la vie de l'animal, moment où l'on trouve aussi dans l'urine des cylindres hyalins et granulo-graisseux. Dès le début de l'expérience, on remarque des changements, tant dans la respiration que dans le pouls :

(1) *Arch. für physio. Heilk*, t. II, p. 433.
(2) *Medicinskü bastn.* 1868, n° 6.
(3) *Virchow's Archiv.* T. 59, p. 270.

l'un et l'autre baissent graduellement. A l'approche de la mort, les mouvements de la respiration deviennent d'une lenteur et d'une profondeur extraordinaires; le pouls est à peine sensible; la température baisse considérablement, comme chez les animaux dont toute la surface du corps est vernie; l'animal devient indolent, apathique; en dernier lieu surviennent des mouvements convulsifs, puis la mort.

Tels sont les phénomènes observés jusqu'ici sur les animaux par différents auteurs, lors de la vernissure totale ou partielle de la peau, ou tels sont, en d'autres termes, les phénomènes qui se manifestaient lors de l'anéantissement complet ou partiel de la perspiration cutanée.

C'est en partant de ces observations qu'on a établi ce fait : que, si l'animal est seulement recouvert de vernis dans une portion de son corps équivalant à 1/4 de sa surface totale, il périt inévitablement (observations d'Edenhuizen). Ce fait se confirme encore par la clinique. Il est connu que, par suite de brûlures occupant l'espace équivalant aux 2/3 de toute la peau, les malades succombent inévitablement, même quand les brûlures ne sont que superficielles, ce qui a été positivement démontré par les observations de Falk (1).

Dans l'un et l'autre des deux cas, nous voyons que l'anéantissement partiel de la peau, envisagé au point de vue du dérangement de sa fonction, exerce une influence pernicieuse sur l'organisme, bien qu'il en reste une portion non atteinte, laquelle, en vertu d'une loi assez générale de l'organisme, pourrait suppléer la portion affectée. Un pareil fait doit surprendre.

Nous rencontrons en effet, tant dans le domaine de la physiologie que dans celui de la pathologie, une loi en vertu de laquelle, pendant l'affaiblissement fonctionnel d'un organe, apparaît un redoublement de travail d'un autre organe. C'est ainsi qu'en été, quand l'activité de la peau augmente, le travail des reins devient plus faible. Cette compensation est encore plus évidente en pathologie. A part les organes

(1) *Virchow's Archiv.* 1871, t. LIII.

paîrs, dont le devoir est, pour ainsi dire, de s'entr'aider, cette loi se reproduit même là où il ne saurait être question de parité, comme, par exemple, dans le cas d'insuffisance des valvules de l'aorte, où, à chaque diastole, le reflux impose un surcroît de travail au ventricule gauche, en suite de quoi son activité augmente : il s'hypertrophie et supplée de cette manière, dans un certain degré, au défaut valvulaire.

On devrait donc s'attendre à voir, dans les cas de trouble partiel de la fonction cutanée, soit par suite de brûlure, soit par suite d'une simple vernissure, en un mot, toutes les fois que l'activité de la peau est en souffrance sur un point, la partie saine prendre un rôle plus actif et, par conséquent, la fonction reprendre son équilibre. Or, ainsi que l'ont démontré les expériences, tout le contraire a lieu. L'animal succombe déjà quand il est recouvert de vernis sur un espace dépassant de bien peu 1/6 de toute la surface de son corps ; les 5/6 portions restantes de son corps, demeurées intactes, ne sont pas aptes à rétablir l'activité totale.

En présence d'un phénomène aussi énigmatique, les investigateurs ont pris à cœur d'expliquer cette influence pernicieuse que l'arrêt de la perspiration cutanée exerce sur l'organisme des animaux. Ils ont émis à ce sujet deux opinions différentes : les uns prétendent que la mort chez les animaux, une fois que la perspiration cutanée est anéantie, dépend de l'empoisonnement occasionné par un poison qui, dans cette circonstance, s'accumule dans l'organisme sans pouvoir en sortir. D'autres savants, au nombre desquels je dois nommer le docteur V. Laschkévitch, expliquent cette pernicieuse influence par la perte croissante de colorique : la mort des animaux proviendrait du refroidissement et de ses suites. Falk donne une explication semblable pour les cas de mort par brûlure.

Nous allons tâcher d'exposer, par ordre chronologique, la littérature de cette question. Et tout d'abord, nous voyons que Santorio fait déjà, au XVIIe siècle, mention de l'influence pernicieuse de la suspension de la respiration cutanée. Mais les

premières recherches physiologiques ont été faites par Fourcault (1). Il a essayé de soumettre les animaux à la vernissure totale, de même qu'à la vernissure partielle; les substances dont il s'est servi étaient: le goudron, la colle, la dextrine, et autres. Ses expériences ont été faites sur des animaux tondus et aussi sur des oiseaux plumés, qui périssaient tous. Les examens anatomiques de ces animaux ont montré l'hypérémie des muscles et la présence de caillots, tant dans les cavités du cœur que dans les gros vaisseaux. Quant aux observations ultérieures de Fourcault (2) ayant trait au même sujet, elles ont démontré qu'on remarque, chez les animaux dont la perspiration a été arrêtée, une grande faiblesse, une respiration embarrassée, ainsi qu'un abaissement rapide de température, de 40° à 29° et même moins, immédiatement suivi de convulsions et de la mort de l'animal. Pour ce qui concerne la véritable cause de la mort chez les animaux soumis à la vernissure, l'auteur n'en donne aucune explication.

Ducros (3) a observé que les animaux tombaient subitement malades dès qu'on les recouvrait de gomme laque, et que la rapidité de la mort dépendait chez eux de l'étendue plus ou moins grande de la surface enduite.

Becquerel et Breschet (4), puis Gluge (5), ont observé chez les animaux soumis à la vernissure l'abaissement de la température, qu'ils expliquaient par la rétention d'une certaine substance qui, selon eux, dans les conditions normales, devait s'éliminer par la peau.

Magendie (6) a aussi observé, dans les mêmes conditions, l'abaissement de la température; il a trouvé que la mort, chez les animaux recouverts de vernis, était semblable à celle que produit l'asphyxie. Dans ses expériences sur l'arrêt de la pers-

(1) *Comptes rendus*. 1838, t. VI, p. 369.
(2) *Gazette médicale*. 1843, p. 808.
(3) *Froriep's Notizen*, t. XII, p. 295. 1841.
(4) *Archives générales de médecine*, t. XII, 1841, p. 517.
(5) *Abhandlung zur Physiol. und Pathol.* Iéna, 1841.
(6) *Gazette médicale*, 1843. Décembre.

piration cutanée chez les chevaux et les lapins, Gerlach (1) se rapproche de Magendie ; il observe les symptômes suivants : tremblement périodique de tous les membres, abaissement de la température, respiration accélérée, apparition de l'albumine dans la vessie, enfin mort. L'autopsie a fait voir à Magendie et à Gerlach que les cavités du cœur, principalement celles du cœur droit, regorgeaient de sang foncé, de même que les poumons, dont le sang était d'un rouge-pourpre. Gerlach attribue, comme Magendie, la mort à l'asphyxie.

Valentin (2), en étudiant la question de la suspension artificielle de la perspiration cutanée, a porté surtout son attention sur l'échange des gaz, en même temps qu'il recherchait la température des animaux recouverts de vernis. Ses observations ont démontré ce qui suit : quelques heures après l'application du vernis, il se produisait chez l'animal des symptômes morbides se manifestant par un état particulier de langueur; l'irritation de la peau provoquait de violentes actions réflexes ; l'animal refusait toute nourriture; la respiration, ralentie, devenait excessivement faible, irrégulière; la quantité d'acide carbonique exhalé diminuait sensiblement, et, pendant le refroidissement de l'animal, tombait à la sixième et même à la huitième partie de la quantité normale; l'urine contenait de l'albumine; la température de l'animal, en quelques heures, baissait de 39° à 19°, puis survenait la mort.

En étudiant ce sujet, Valentin remarqua que, toutes les fois qu'un animal recouvert d'enduit et devenu froid était transporté à une température plus élevée, son état s'améliorait rapidement, lors même qu'il semblait près de mourir ; l'animal recommençait à manger, l'échange des gaz augmentait, la quantité d'acide carbonique redevenait normale (Schiff a trouvé la même chose), et l'albumine disparaissait dans l'urine. Valentin attribue l'abaissement de la température, chez les animaux recouverts de vernis, à l'affaiblissement du processus d'oxyda-

(1) *Müller's Archiv.* 1851, p. 460.
(2) *Archiv. für physiol. Heilkunde,* t. II, 1858, p. 433.

tion. Par l'autopsie, il ne découvrit chez les animaux rien de plus que les expérimentateurs déjà cités.

Claude Bernard (1) a fait des expériences sur les chevaux, et il a prétendu que le cheval soumis à la vernissure totale périssait, mais que, pour peu qu'on eût laissé non verni un espace d'un pouce carré, la mort ne survenait pas (2).

Edenhuizen (3), étudiant la même question, est arrivé à la conclusion suivante : d'après lui, la mort des animaux recouverts de vernis provient de l'arrêt d'une substance septique qui, à cause de l'imperméabilité de la peau, s'introduit dans le sang et empoisonne l'organisme. Il faisait ses expériences sur des lapins; les substances qui lui servaient d'enduit étaient : la gomme arabique en dissolution, la térébenthine et quelques autres vernis. Dans certains cas, il enduisait de vernis toute la surface de la peau; dans d'autres, une portion. La vernissure totale faisait périr quelquefois les lapins en moins de 24 heures. Les particularités, pendant la vie de l'animal, étaient le rapide abaissement de la température du corps, la respiration gênée, l'apathie, des mouvements convulsifs généralisés, l'urine contenant de l'albumine; peu avant la mort, tous ces symptômes augmentaient d'intensité, après quoi l'animal succombait.

Quant à l'application partielle du vernis, l'auteur nous fait remarquer que la vernissure de 1/12 à 1/18 de toute la surface de la peau est supportée par l'animal sans préjudice pour son existence; mais, quand il recouvrait de vernis un peu plus du sixième de la peau d'un lapin, l'animal ne tardait pas à périr. Par la vernissure partielle, l'abaissement de la température était moins rapide que par la vernissure totale. L'intensité des symptômes morbides, de même que la rapidité de leur apparition, étaient proportionnelles à la superficie recouverte de vernis.

(1) *Leçons sur les propriétés physiologiques et les altérations pathologiques des différents liquides de l'organisme.* Paris, 1859, t. II.

(2) Il convient de rappeler qu'en signalant ces expériences, Cl. Bernard ajoute : « qu'elles sont à refaire. » (Les Éditeurs.)

(3) *Zeitschrift für rationnelle Med.* 1863, t. XVII.

L'autopsie des animaux a permis à Edenhuizen de noter les résultats suivants : sous l'épiderme, aux endroits correspondant à ceux qu'il avait recouverts de vernis, les vaisseaux cutanés et sous-cutanés étaient fortement injectés de sang; le tissu cellulaire sous-cutané était imprégné d'un liquide séreux, et il contenait des cristaux de triphosphate ammoniaco-magnésien; la cavité de la plèvre contenait une quantité considérable de sérosité; les poumons, le cœur droit, de même que les gros vaisseaux, regorgeaient de sang foncé; le ventricule gauche était contracté, le foie et la rate volumineux, mous au toucher; la membrane muqueuse de l'estomac offrait à l'œil une forte suffusion sanguine; l'urine restée dans la vessie contenait de l'albumine.

En 1868, parut le travail de M. Laschkévitch (1) fait au laboratoire du professeur du Bois-Reymond. S'intéressant à la question de l'arrêt artificiel de la perspiration cutanée, l'auteur entreprit une série d'expériences tendant à vérifier les travaux de ses devanciers, afin de mieux déterminer la cause des phénomènes énigmatiques observés chez les animaux recouverts de vernis. M. Laschkévitch fit ses expériences sur des lapins. Désirant se convaincre si, conformément à l'opinion d'Edenhuizen, l'exhalation d'ammoniaque était réelle chez les animaux recouverts de vernis, l'auteur fit dans ce sens des expériences, et aboutit à la conclusion que l'ammoniaque est exhalée tant par les animaux recouverts de vernis que par ceux qui ne le sont pas, et que cette ammoniaque est le produit de la décomposition du poil et de l'épiderme. En analysant, au moyen du microscope et du spectroscope, le sang des animaux recouverts de vernis, il obtint des résultats négatifs. Dans la supposition qu'un poison existait réellement dans le sang des animaux soumis à la vernissure, et dans l'espoir d'en reconnaître l'action, l'auteur prenait le sang de ces animaux et l'injectait dans les veines d'animaux sains. Les résultats de cette recherche furent négatifs. M. Laschkévitch prouva aussi par ses expériences qu'on

(1) *Gazette médicale*, 1868.

ne devait pas non plus expliquer la mort des animaux par l'asphyxie. Il plaçait un lapin dans un appareil particulier qu'il remplissait d'un gaz non respirable (hydrogène ou acide carbonique), en même temps qu'il faisait adapter solidement au museau du lapin un tuyau communiquant avec l'ai atmosphérique : l'animal pouvait demeurer impunément six heures dans cet appareil.

En mesurant la température des animaux recouverts de vernis, M. Laschkévitch trouva que, lors de la vernissure partielle, la température de la portion recouverte de vernis était plus élevée au toucher, et qu'au contraire, la vernissure totale du lapin produisait un abaissement rapide de la température de son corps. Quant à la perte de la chaleur chez l'animal soumis à la vernissure totale, l'auteur la détermina à l'aide du calorimètre. Ses expériences nous font voir la rapidité avec laquelle l'animal recouvert de vernis perd son calorique : par exemple, dans la première expérience, la température du lapin, avant l'expérience, était de 37°,5 C., la températnre de l'eau, de 11°,10; le lapin fit monter la température de l'eau à 13°,5, tandis que la sienne baissa à 24° C. La perte de calorique était donc de 13°,5, tandis qu'à l'état normal, un autre lapin, dans les mêmes circonstances, ne perdit, durant le même laps de temps, que 11° de son calorique. Dans des expériences ultérieures, M. Laschkévitch démontra qu'un lapin enveloppé dans de la ouate reste éveillé et vigoureux, qu'il mange, qu'il ne révèle aucun symptôme morbide et qu'il reste en vie aussi longtemps qu'il est revêtu de cette enveloppe.

Chez les animaux partiellement recouverts de vernis, l'auteur a remarqué aux endroits vernis une forte dilatation des vaisseaux sous-cutanés, qui regorgeaient de sang, les muscles de l'extrémité vernie étaient plus rouges; enfin, l'extrémité vernie semblait amaigrie.

Fort de ses expériences, M. Laschkévitch conclut que la mort des animaux à perspiration cutanée supprimée provient du refroidissement. L'auteur voit les causes du refroidissement

dans la dilatation des vaisseaux cutanés et sous-cutanés, explication à laquelle il a toutefois renoncé plus tard. (Voyez plus loin les observations critiques sur le travail de N. Sakolow : *De l'influence exercée sur les animaux par la suspension de la perspiration cutanée. Gazette médicale*, 1874, n°s 41 et 42.)

Indépendamment des recherehes de M. Laschkévich, Krieger (1) a démontré par ses expériences que la tondaison seule augmente la perte de calorique au point que l'animal en meurt par suite de son refroidissement.

Malgré ces dernières démonstrations, et malgré cette explication par le refroidissement, de tous les phénomènes apparaissant à la suite de la suppression de la perspiration cutanée, on a vu cependant reparaître de nos jours des travaux qui appuient de nouveau la théorie de l'empoisonnement. Un de ces travaux, dû au docteur Lange (2), a été fait en Allemagne ; un autre a été fait au laboratoire du professeur Botkine, par son assistant, N. Sakolow.

L'auteur du premier travail, le docteur Lange, dans le but de déterminer la cause de la mort chez les animaux à perspiration cutanée supprimée, a fait plusieurs expériences sur des lapins, en les recouvrant de vernis ordinaire ou de gomme arabique en dissolution : parfois, immédiatement après l'application du vernis, il enveloppait l'animal dans de la ouate ; d'autres fois, il le laissait vivre sans l'envelopper. Dans le premier cas, l'animal succombait le douzième jour ; dans le second, le jour suivant.

Les symptômes observés du vivant de l'animal étaient : 1° respiration embarrassée ; 2° abaissement de la température ; 3° apparition de l'albumine dans l'urine. Quant aux lésions, les voici : dilatation des vaisseaux sous-cutanés ; organes internes regorgeant de sang ; ecchymoses sur la membrane muqueuse de l'estomac.

Les recherches microscopiques démontrèrent la présence de

(1) *Zeitschr. für Biolog.* Band 5, p. 528.
(2) *Archiv. der Heilkund.* 2 *u.* 3 *Heft*, 1872, p. 277.

cristaux de triphosphate dans le tissu sous-cutané, le péritoine, les muscles, les reins, le foie, le sang, etc., etc. L'affection des reins et la diminution de l'excrétion urinaire provoquerait, selon le docteur Lange, chez les animaux recouverts de vernis, l'urémie et la mort, L'auteur explique la présence généralisée de ces cristaux de triphosphate par l'urée produite. Pour ce qui concerne l'abaissement de la température, l'auteur ne donne de ce phénomène aucune explication satisfaisante, et pense seulement qu'il est en rapport avec la formation de l'urée.

N. Sakolow (1), pour rechercher l'influence de l'arrêt artificiel de la perspiration cutanée. a fait une série d'expériences sur des chiens et des lapins; comme il le dit lui-même, son but principal était d'étudier les côtés cliniques et anatomiques de la question. Les substances qui lui ont servi étaient : le vernis d'asphalte, la colle forte, la gomme arabique, ainsi que l'huile de lin ou de chanvre siccatives. Il mesurait la température dans le rectum et sur la peau. Pour le premier cas, il se servait du thermomètre de Heisler; pour le second, du thermomètre plat à alcool.

Sakolow a fait toutes ses expériences sur des animaux soumis à la vernissure partielle. Les symptômes observés par lui, immédiatement après l'application du vernis sur de petites portions de la peau, ont été, tant chez les chiens que chez les lapins, l'élévation de la température du corps suivie d'un abaissement graduel. Dans sa première expérience, faite sur un chien dont il n'avait recouvert d'huile de lin siccative que les extrémités postérieures, la température baissa en dix jours de 38°,9 à 23°,7. Or, dans les expériences où l'auteur recouvrait de vernis des animaux tondus, la tondaison seule suffisait pour faire baisser leur température de 2 à 3°.

L'application du vernis sur toute la surface du corps d'un lapin, à l'exception de la tête (expérience 14), a produit un rapide abaissement de température, et l'animal a péri onze heures après. Après chaque application du vernis, on cons-

(1) Sa dissertation, 1874.

tatait l'apparition de l'albumine dans l'urine, ainsi que la présence de cylindres grenus et hyalins ; le poids spécifique de l'urine augmentait ; lors de l'application du vernis à des portions peu considérables de la peau, l'albumine apparaissait dans l'urine du troisième au sixième jour ; quand, au contraire, une grande portion de la surface de la peau du lapin était vernie, on pouvait alors constater, sept heures après, la présence de l'albumine dans la vessie. On voit encore, d'après les observations faites par cet auteur, que le pouls baisse chez les animaux vernis, que les contractions isolées du cœur faiblissent, que la respiration se ralentit, que les convulsions prennent un caractère clonique, symptômes après lesquels surviennent la langueur, l'assoupissement et la mort.

Sur les animaux morts, Sakolow a trouvé constamment l'inflamation des organes parenchymateux. La mort des animaux à perspiration supprimée serait donc due, selon lui, à l'empoisonnement produit par une substance septique dont il ne définit pas la nature.

Ainsi donc, on reviendrait à l'ancienne doctrine *de retentis*, à la théorie de l'empoisonnement interne, que nous n'avons vue que trop longtemps régner en pathologie ! On reviendrait, à propos de la suppression de l'activité de la peau, à l'opinion qui prédominait sur ce point au XVII[e] siècle. Or, le travail de Sakolow, de même que l'opinion qu'il fait revivre, ont été soumis à une analyse détaillée par le professeur V. Laschkévitch. Nous nous faisons un devoir de la reproduire ici.

Le professeur Laschkévitch, contrairement à Sakolow, prouve que les expérimentateurs avaient déjà fait attention aux modifications anatomo-pathologiques des organes internes chez les animaux vernis. Voici ce qu'il dit :

« Si l'auteur connaissait mieux la littérature de l'objet qu'il traite, il ne chercherait pas à prétendre que ses devanciers n'avaient pas, pour ainsi dire, porté leur attention sur l'état anatomo-pathologique des organes internes chez les animaux recouverts de vernis. Mes recherches étaient déjà sous presse, quand le travail de *Stockvis* sur l'albuminurie est tombé

entre mes mains. Cet expérimentateur rend un compte détaillé des changements trouvés par lui dans les reins, le foie et le cœur des animaux recouverts de vernis. D'après lui, tous les organes susnommés de ces animaux sont à l'état d'altération graisseuse. (*Journal médical de Bruxelles*. Janvier et décembre 1867.) Il est donc évident que la prétention de M. Sakolow au mérite d'avoir été le premier à faire cette découverte est dénuée de fondement.

« Nous n'insisterions pas sur cette erreur. L'abondance de la littérature médicale est telle, qu'il est certainement difficile de tout voir; mais le travail de Stockvis était un événement important, et, si ce n'est pas par l'original, c'est au moins d'après les comptes rendus que M. Sakolow aurait dû être au courant de cette publication. Toutefois nous serions disposé, si cette omission était unique, à ne la considérer que comme simple péché d'ignorance ; malheureusement, ce n'est pas le seul que commette l'auteur contre la littérature, le beau travail de Kreiger, touchant les phénomènes provoqués par l'application du vernis sur la peau des animaux, est aussi passé sous silence par ce prudent auteur : nous aurons l'occasion d'y revenir. Pour le moment, voyons quelles sont les méthodes dont M. Sakolow s'est servi dans ses expériences.

« J'ai publié, en 1868, mes recherches sur la cause de l'abaissement de la température chez les animaux soumis à la vernissure. Dans ces recherches, il a été prouvé, expérimentalement, que les animaux recouverts de vernis font de grandes pertes de calorique, et qu'il se produit par suite un abaissement de la température de leur sang. Or, il est notoire que les pertes essuyées tiennent surtout au rayonnement, car il n'existe point d'émanations cutanées chez ces animaux. M. Sakolow, naturellement, s'occupe de vérifier mon travail ; mais je dois avouer qu'il a recours à une étrange méthode. L'auteur ne s'est point servi de calorimètre, qui ne lui a paru d'aucune utilité, parce qu'il procédait par la vernissure partielle. Il a inventé un autre moyen que nous allons dé-

crire, en nous servant de ses propres expressions. Après avoir déclaré qu'il ne s'était point servi de calorimètre, l'auteur ajoute : « Je mettrai en usage d'autres moyens qui, bien qu'avec moins de précision, peuvent cependant servir à établir l'énergie avec laquelle deux corps différents dégagent le calorique. Il est bien connu que, quand on mesure la température de différents corps, le mercure du thermomètre ne monte pas avec la même vitesse, lors même que leur température est égale. Cela vient de ce que des corps divers, se trouvant dans les mêmes circonstances, dégagent leur calorique avec une vitesse inégale, c'est-à-dire qu'un corps dégage, dans le même laps de temps, plus d'unités de calorique qu'un autre, raison pour laquelle il fait dilater plus rapidement le mercure du thermomètre. Cette loi trouve ici son application, et par conséquent ce procédé peut être aussi appliqué à la peau. » Pour ceux qui confondent la conductibilité des corps avec leur pouvoir émissif, cette méthode peut être convenable. Mais celui qui se rappelle la différence qui existe entre les diverses propriétés des corps, ne voudra point partager l'opinion de l'auteur sur l'efficacité de son moyen. On ne doit pas oublier que la conductibilité et le pouvoir émissif sont deux choses bien différentes. Les métaux sont les meilleurs conducteurs du calorique, mais leur pouvoir émissif est extrêmement faible. A l'appui de ce que nous venons de dire, nous allons citer deux expériences empruntées à Tyndal. Prenons le cube en étain de Leslie, dont un côté est garni d'une feuille d'or, le second, d'une feuille d'argent, le troisième, d'une feuille de cuivre, et le quatrième, de colle de poisson ; remplissons le cube d'eau bouillante et tenons-le à égale distance de la pile thermo-électrique; tournons ensuite successivement vers la pile tous les côtés du cube. Nous voyons alors l'aiguille demeurer en repos jusqu'à ce qu'on soit arrivé au côté enduit de colle : dès que celui-ci se trouve devant la pile, le flux de calorique augmente subitement, et l'aiguille s'écarte de 90°. Encore une expérience : deux vases de métal d'égale dimension sont remplis d'eau chaude d'égale température. L'un des deux vases est entouré

d'un mauvais conducteur du calorique, de flanelle, par exemple; des thermomètres sont plongés dans les deux vases. Après un certain temps, les thermomètres montrent que le refroidissement s'opère inégalement dans les deux vases. Il s'opère plus vite dans le vase garni de flanelle. Nous obtiendrions, sans doute, un autre résultat, si nous allions tout simplement appliquer le thermomètre contre les parois des vases : il est clair que le mercure monterait plus rapidement, si nous touchions le vase non garni de flanelle, qui pourtant se refroidit plus lentement. Le lecteur voit, d'après cela, que le procédé dont se sert M. Sakolow pour apprécier les pertes de calorique que fait la peau recouverte de vernis, est de peu de valeur. On ne saurait nullement, par ce moyen, définir le pouvoir émissif, lors même que toute l'importance serait là. L'auteur a encore eu recours à un autre procédé, tout aussi insuffisant que le premier. Afin de pouvoir juger s'il se produit, ou non, chez les animaux à peau vernie, un redoublement de pertes de calorique, il a enveloppé ces animaux dans de la ouate, et il s'est ainsi convaincu que cette opération demeurait sans effet sur eux. Nous prions le lecteur de se reporter au travail du docteur Freinberg. (*Virchow's Archiv.*, t. II, p. 270, 1859.) Ce savant a aussi enveloppé dans de la ouate les animaux recouverts de vernis, et ses expériences prouvent que la ouate exerce une grande influence sur eux. Les lapins qui n'avaient pas été enveloppés dans de la ouate, n'ont même pas vécu deux jours; ceux, au contraire, qui avaient reçu cette enveloppe, ont vécu de sept à treize jours; il est donc évident qu'elle n'a pas été sans influence sur la durée de leur vie. (Si la mort a frappé ces animaux, le fait démontre seulement que la ouate ne peut pas pour eux remplacer le poil que la nature leur a donné pour les garantir du froid. Quant à savoir s'il se produit par la peau une perte considérable de calorique après l'application du vernis, la science a complétement tranché la question.)

« Dans ses expériences, Krieger (*Zeitschr. für Biolog.*, t. V, p. 522), remplissait d'eau chaude un vase en fer-blanc, l'enve-

loppait de peau, et observait le refroidissement pendant que la peau était encore revêtue de tout son poil, après l'enlèvement de ce dernier, pendant et après que cette peau avait été enduite d'huile ou de gomme arabique. Voici les résultats de ses recherches : Prenons le nombre 100 pour désigner la perte de calorique avec la peau couverte de son poil ; or, après l'enlèvement du poil, la perte de calorique équivalait à 190 ; après l'application de l'enduit d'huile de lin, elle équivalait à 200 ; après l'application de la gomme arabique, elle équivalait à 296.

« Ces chiffres peuvent se passer de commentaire. Tout le monde voit le rapide accroissement du pouvoir émissif de la peau recouverte de vernis. Voilà pourquoi je me range à l'opinion de Krieger, à savoir : que l'hypérémie, par laquelle j'ai voulu expliquer la perte de calorique, joue ici un rôle secondaire. Plus tard, Krieger a fait tondre un lapin et l'a exposé à une température de 18° à 28°. Le lapin, graduellement engourdi par le froid, est mort le deuxième jour dans de violentes convulsions. L'autopsie a démontré le gonflement des vaisseaux sous-cutanés, l'infiltration du tissu cellulaire, l'existence d'un exsudat séreux dans les cavités de la plèvre, etc. Krieger a fait ensuite l'expérience suivante : après avoir tondu un lapin, il l'a enveloppé dans un linge mouillé avec de l'eau ; il a vu alors se reproduire les mêmes phénomènes observés après l'application du vernis sur la peau de l'animal, c'est-à-dire un refroidissement graduel et, en même temps, le ralentissement de la respiration et du pouls. Et, cependant, il n'est pas du tout question, dans ces deux expériences, de l'arrêt de la perspiration cutanée. Et un travail de cette importance est ignoré de M. Sakolow !

« La chose est bien regrettable. Autrement M. Sakolow n'eût pas été étonné de ce que la température ne baissât pas tout à coup chez les animaux enduits de vernis et qu'elle s'élevât même quelquefois. Il aurait su que ce phénomème est le même que celui qui apparaît pendant l'action d'une basse température sur notre peau, et que Liebermeister, qui s'en était

aperçu le premier, a qualifié ce fait par l'expression : *élaboration redoublée du corps*. Veisflog a observé la même élévation de température provoquée par des pertes de calorique chez les personnes qui prennent des bains froids ou des bains de siége. Peut-être alors M. Sakolow ne se serait-il pas contenté de ses méthodes, où il est resté bien en arrière de ses devanciers, et aurait-il pris soin de chercher des bases plus positives à sa théorie d'empoisonnement interne de l'organisme par suite de l'application du vernis.

« Il est juste de dire que Krieger a fait son travail indépendamment de mes recherches : « Die eben erwähnten Versuche, « dit-il, wurden im Juli und August 1868 gemacht unabhängig « von denen von Laskewitsch ; welcher die grössere Wärmeab-« gabe der gefirnissten Thiere durch directe Messung in einem « calorimetrischen Apparate nachwies. Derselbe hat also natür-« lich die Priorität, und sollen obige Zeilen nur als Bestätigung « und weiterer Beleg für die Unrichtigkeit der früheren Deutung « des Versuches dienen. » Le lecteur peut voir que, sans préméditation aucune, nous avons obtenu le même résultat.

« Revenons au travail de M. Sakolow, et analysons les bases sur lesquelles repose sa théorie d'empoisonnement de l'organisme, par suite de l'anéantissement de la perspiration cutanée. Ces bases, les voici : 1° élévation de la température à la suite de la vernissure partielle; 2° changements anatomo-pathologiques des reins, du foie et du cœur, observés après la mort chez les animaux enduits de vernis ; 3° apparition de l'albumine, provoquée chez les animaux sains par l'injection dans leurs veines du sang pris à des animaux morts à la suite de l'application de vernis.

« Nous avons déjà eu l'occasion de soutenir, relativement au premier point, qu'il ne contredit nullement l'augmentation de perte du calorique chez les animaux enduits de vernis : bien au contraire, il en est le résultat inévitable.

« Le deuxième point démontre le grand délabrement de l'organisme des animaux dont la peau a été vernie. Mais, si nous nous rappelons que la peau vernie perd à peu près trois fois

autant de calorique (Krieger) qu'à l'état normal, les changements précités, survenus dans les organes internes, n'auront pour nous rien d'incompréhensible. L'organisme animal doit alors faire un effort extraordinaire pour contre-balancer de si énormes pertes, ce qui équivaut à n'importe quel *procès fiévreux.* C'est bien là le procès fiévreux (si, par le mot fièvre, nous entendrons une élaboration considérable de chaleur). N'oublions pas de dire que l'affection des reins, que M. Sakolow considère comme phénomène essentiel, apparaissant après l'application du vernis, se montre de même chez les animaux dont on fait baisser artificiellement la température. (Voir le travail de Jacobi : *Matériaux devant servir à l'étude de la mort survenue par suite du refroidissement.*)

« Le troisième point (albumine dans l'urine d'animaux sains auxquels on injecte du sang d'animaux vernis) sert de pierre angulaire à la théorie de l'empoisonnement interne de l'organisme par suite de l'arrêt de la perspiration cutanée. En effet, si l'on prend du sang à un animal dont la perspiration est anéantie, et qu'on l'injecte dans la veine d'un animal sain, on verra, chez ce dernier, se reproduire les mêmes phénomènes que chez le premier ; il est sans doute permis alors de parler de la venimosité d'un tel sang, quand même le venin nous serait inconnu. Mais que prouvent les expériences de M. Sakolow ? Il reconnaît lui-même que cette opération ne provoquait aucun phénomène morbide chez les animaux soumis à l'expérience, excepté cependant un peu d'albumine dans l'urine ; dans ce cas, on ne trouverait ni cellules épithéliales, ni cylindres hyalins, c'est-à-dire tout ce qui fait le *corpus delicti* d'une affection rénale. Il est évident qu'après ces faits, il faut être bien peu exigeant pour trouver, par cette seule apparition de l'albumine dans l'urine, une preuve de la venimosité en question. Ne serait-il pas plus simple d'expliquer l'apparition de l'albumine dans l'urine par la tension que provoque dans le système vasculaire l'addition d'une certaine quantité de sang, et de la considérer comme le contre-coup de cette pléthore qui a été subitement imposée à l'organisme ? Il est bon de noter que M. Sakolow

ne tirait pas aux animaux sur lesquels il faisait ses expériences une quantité de sang égale à celle qu'il leur injectait; ce moyen de procéder était cependant nécessaire pour conserver dans le système circulatoire une pression égale avant et après l'opération. Il est vrai que l'auteur a pour lui ces deux expériences : l'une, où il a fait son injection avec de l'eau distillée, et l'autre, avec du sang sain et où, dans aucun des deux cas, il n'a observé d'albumine. Mais que valent ces expériences uniques en comparaison des travaux de Mosler, qui ont démontré qu'en injectant de l'eau dans le système vasculaire d'un animal, on provoquait l'albuminurie? Après lui, Bernard trouvait de l'albumine dans l'urine des animaux auxquels il avait injecté du sang ou même du sérum pris à ce même animal. Stockvis, s'appuyant sur ces expériences, a prétendu que l'apparition de l'albumine était la suite du trouble de la tension du sang dans le système vasculaire. Il résulte donc encore de tout cela que la pierre angulaire de la théorie de M. Sakolow vient se briser contre une critique sérieuse.

« Nous nous demandons maintenant ce que ce travail a apporté de nouveau dans la science. La réponse est simple : — Rien de nouveau. Que contient-il de positif? — Ce que Stockvis avait dit, il y a sept ans, à savoir : « qu'on trouve une affection des organes parenchymateux chez les animaux dont la perspiration cutanée a été anéantie. Tout le reste ne saurait résister à la critique, ni, par conséquent, trouver place dans la science. »

Les observations critiques du prof. Laschkévitch, que nous venons de citer, prouvent que, même après les travaux de Lange et de Sakolow, la question traitant des effets pernicieux que la vernissure des animaux entraîne après elle, ne saurait être considérée comme définitivement résolue pour la science. Ces travaux n'ont rien apporté de nouveau, ni quant aux altérations anatomiques observées dans les organes, ni quant à l'explication des causes de ces altérations; en un mot, tout est demeuré comme par le passé.

Le prof. Laschkévitch m'a conseillé, dans ce but, de soumettre encore une fois cette question expérimentale à un examen plus complet, à une analyse plus minutieuse.

Mon principal soin fut de me bien convaincre si l'augmentation de perte du calorique était réelle chez les animaux enduits de vernis. Pour arriver à ce résultat, j'ai tâché de créer une méthode précise pour déterminer les pertes de calorique essuyées par la portion de peau enduite de vernis. Je n'ai pas voulu pour cela, ainsi que l'avait fait le prof. Laschkévitch, avoir recours au calorimètre, car cet instrument, excellent pour montrer les pertes de calorique du corps entier, était impuissant à montrer celles d'une surface limitée. Je voulais démontrer par mes expériences que la portion vernie de la peau dégage plus de calorique que celle qui ne l'est pas. L'usage du thermomètre aurait pu cependant m'être utile en cette circonstance, soit par l'application directe de l'instrument sur la surface vernie, soit en maintenant le thermomètre à une certaine distance de la peau vernie, procédé par lequel on aurait pu en déterminer le pouvoir émissif; mais les inconvénients offerts par cette technique, d'une part, ainsi que le manque de précision dans ce moyen de définir les pertes de calorique, m'ont fait renoncer à me servir du thermomètre, et m'ont fait employer un procédé plus simple, thermo-électrique, absolument propre au but que je m'étais proposé.

J'ai choisi, à cet effet, le multiplicateur de Zauerwald, ainsi que la petite pile thermo-électrique de Melloni, généralement employée dans ces sortes d'expériences. Je vais donner quelques détails sur la manière de s'en servir.

Une des conditions les plus importantes, pour prendre des mesures thermo-électriques, consiste dans la parfaite sensibilité des appareils. Le multiplicateur de Zauerwald et la pile de Melloni, que j'ai employés, possédaient à un haut degré cette qualité. Le multiplicateur était muni d'un système astatique d'aiguilles; le nombre des tours du fil équivalait à 312, l'épaisseur du fil était un peu au-dessous d'un millimètre. On

installait très-facilement cet appareil. Une fois sûr de la position de l'aiguille du multiplicateur, je le mettais en contact avec la pile de Melloni au moyen de fils de cuivre. La grande sensibilité des deux appareils réunis était démontrée par le fait suivant : il suffisait de rapprocher, pendant quelques secondes, la main de la pile, et de la tenir à la distance de 15 à 20 centimètres, pour obtenir une déclinaison sensible de l'aiguille du multiplicateur, ce qui faisait que toutes mes expériences exigeaient les plus grandes précautions pour que le milieu ambiant ne pût exercer d'influence fâcheuse sur la pile de Melloni.

Pour obvier à cet inconvénient, on mettait un petit paravent en carton (le carton étant un mauvais conducteur du calorique) entre la pile et l'expérimentateur ; de cette manière on détournait, autant que possible, l'influence que pouvait exercer l'expérimentateur sur la pile thermo-électrique, ce dont il était facile de se convaincre en essayant de s'approcher du paravent, en même temps qu'il était aisé de suivre la position et le mouvement de l'aiguille du multiplicateur. On installait le paravent en carton percé d'un orifice devant la pile; celle-ci, de l'autre côté du paravent, était adaptée à un tuyau en métal cylindrique, dont le bout libre passait dans l'orifice large de 2 centimètres et demi. La pile de Melloni se trouvait ainsi à la distance de 4 centimètres et demi de l'ouverture pratiquée dans le paravent, contre laquelle on appliquait immédiatement, de l'autre côté, la surface de la peau de l'animal qu'on soumettait à l'expérience.

L'ouverture du paravent se fermait avec une soupape en carton que l'expérimentateur pouvait à volonté, et à des moments donnés, ouvrir et fermer tant que durait l'expérience.

Cette installation de l'appareil permettait de préciser la perte de calorique éprouvée par deux espaces symétriques de la peau d'un même animal :

On approchait l'animal de l'ouverture du paravent; un des aides surveillait exclusivement l'heure et la déclinaison de l'ai-

guille du multiplicateur ; un autre tenait l'animal, l'appliquait aussi près que possible contre l'ouverture du paravent en carton, à l'endroit du corps dont on devait apprécier la perte de calorique. Chaque expérience durait tout au plus 4 minutes, puis on fermait la soupape du paravent, et l'on attendait le retour de l'aiguille au zéro, c'est-à-dire le moment de son repos parfait, après quoi on procédait à une nouvelle expérience.

Je faisais toutes mes expériences sur des lapins. J'employais comme enduit de l'huile de lin bouillie, de l'huile de pavot dont on fait usage en peinture (qui se distingue par sa clarté et son épaisseur), de la gomme arabique en dissolution, enfin de la colle de poisson. Toutes ces substances, indifférentes pour la peau, couvrent facilement et d'une couche égale la portion tondu ce qui est de la plus haute importance pour ces sortes d'expériences. Il est utile de rappeler ici aux personnes qui voudraient contrôler mes expériences que la gomme arabique en dissolution demande, pour sécher complétement, un laps de temps considérable après que la peau en a été vernie.

La lenteur avec laquelle l'eau se dégage de la gomme arabique (hygroscopie de la gomme arabique) a maintes fois mis obstacle à la réussite de nos expériences, et donné dans certains cas des résultats incertains qui, sans doute, dépendaient de la perte du calorique par évaporation.

Une première série d'expériences m'a convaincu qu'après la vernissure d'une petite portion de la peau par un enduit épais de gomme arabique, on ne peut opérer que trois ou quatre heures plus tard, c'est-à-dire quand la mince couche a suffisamment séché (à la température ordinaire de la chambre) ; tandis que la colle de poisson dissoute s'étend en couche mince et égale, et sèche complétement en une heure et demie, tout au plus en deux heures. Quand on ne tient pas compte des conditions indiquées ici, on n'obtient que des résultats négatifs.

Dans mes expériences faites sur des animaux vernis partiellement, je procédais de la manière suivante : je faisais tondre le

poil sur les deux flancs de l'animal, le mieux possible; la portion tondue avait la forme d'un cercle dont le diamètre mesurait 7 à 8 centimètres ; j'enduisais ensuite un des flancs tondus d'une des substances susnommées, et, après avoir fait sécher la surface vernie, je procédais à l'expérience. Il est bon de faire observer ici que la température de la chambre où avaient lieu mes expériences, était presque toujours de 13°R.

Grâce à l'amabilité du professeur A.-P. Schimkoff, j'ai pu faire toutes mes expériences dans son laboratoire de physique, sur un seul et même lapin. En voici les résultats :

1° Le lapin dont les flancs ne sont ni tondus, ni vernis, a fait écarter de 8° l'aiguille du multiplicateur.

2° Un espace tondu de la peau, sur un des côtés du même lapin, mesurant 7 centimètres de diamètre, a fait écarter de 24° l'aiguille du multiplicateur.

3° Le même espace tondu, recouvert d'une mince couche d'huile de lin, a fait écarter de 28° la même aiguille.

4° L'espace de même grandeur, tondu sur le côté opposé du même animal, étant recouvert de gomme arabique séchée, a fait écarter de 32° l'aiguille du multiplicateur.

Toutes ces expériences ont eu lieu à la même température, dans le même appartement; la durée de chacune d'elles a toujours été de 4 minutes.

On voit déjà, d'après toutes ces expériences, que la simple tondaison augmente considérablement les pertes de calorique, moins cependant que l'application du vernis sur l'espace tondu. Toute une série de vérifications faites dans ce sens, a démontré que l'application du vernis sur la peau provoque chez les animaux des pertes ascendantes de calorique, sous forme de rayonnement. En d'autres termes : la portion vernie de la peau d'un animal dégage une bien plus considérable quantité de calorique que celle qui ne l'est pas. Les expériences susmentionnées de Krieger viennent à l'appui de mon assertion.

Pour obtenir des résultats plus précis, j'ai résolu de donner

une nouvelle forme à mes expériences, en substituant la boussole à miroir de Videmann au multiplicateur de Zauerwald. Voici quels sont les avantages de ce dernier procédé : 1° la déduction se fait avec plus de facilité et sans fatiguer les yeux; 2° on peut saisir les plus faibles courants thermo-électriques; 3° il est aisé d'apprécier d'après la déclinaison du miroir, immédiatement, la force du courant thermo-électrique. Cette dernière condition a cet avantage, qu'elle nous permet de juger en même temps de l'intensité des pertes de calorique.

Pour mettre à profit tous les avantages de ce nouveau mode d'expérimentation, j'ai entrepris une nouvelle série d'expériences dans le laboratoire de physiologie du professeur J.-P. Stchelkow.

La boussole de Videmann, qui nous a servi pour mesurer la force du courant thermo-électrique, est munie de quatre bobines de Heidenhain (dont deux principales et deux accessoires); elles font, à elles toutes, 536 tours. Pour les expériences, les bobines principales adpatées à l'anneau en cuivre ont été démontées; au milieu de cet anneau a été suspendu un petit miroir aimanté; puis les bobines principales ont été replacées, et les bobines accessoires introduites dans leurs ouvertures. L'astasie de l'aimant se faisait au moyen d'un aimant ordinaire affermi simplement sous le miroir. L'échelle, divisée en millimètres, était placée à deux mètres et demi du miroir; le mouvement de l'image de l'échelle était observé dans le miroir au moyen d'une lunette à fils croisés. La boussole était mise en rapport avec la pile de Melloni au moyen de deux fils de cuivre.

Sur ces fils on plaçait la clef de du Bois-Reymond, établie de manière à fermer les courants venant de la pile thermo-électrique. Le courant électrique ne pénétrait dans la boussole que lorsqu'on soulevait la clef.

La pile de Melloni était placée dans une boîte quadrangulaire en carton, fabriquée exprès dans le but d'écarter l'influence que pourraient exercer sur elle l'observateur et les objets environ-

nants. La hauteur et la largeur de la boîte mesurent 45 centimètres, sa longueur est de 60 centimètres, l'épaisseur des parois de 6 millimètres. Du côté opposé à celui où se trouve la boussole, dans la paroi de la boîte, existe une ouverture à laquelle on adapte un tuyau de carton garni, en dehors et en dedans, de papier blanc verni et ayant la forme d'un cône tronqué. Le sommet de ce cône est ajusté à la pile de Melloni, tandis que sa base demeure en dehors de la boîte. On applique contre cette base la portion de la peau de l'animal qu'on veut soumettre à l'expérience; l'aire de la base du cône équivaut à 1450 millimètres carrés; l'épaisseur de ses parois à 1/2 millimètre. La surface de la peau de l'animal étant toujours appliquée directement contre la base du tuyau conique, il en résulte que la distance entre elle et la pile de Melloni est la même dans toutes les expériences, c'est-à-dire 12 centimètres.

Après m'être chaque fois assuré de l'exacte installation de l'appareil, je procède aux expériences en tenant moi-même l'animal devant le tuyau de la pile de Melloni que j'ai décrite ci-dessus ; je soulève la clef, tandis que mon aide observe au moment même la déclinaison du petit miroir, et prend note du nombre des divisions indiquant l'écartement du miroir en une minute. Nous sommes parvenus à déterminer, par ce procédé, avec plus de précision que dans nos expériences précédentes, les variations des pertes de calorique à travers la peau, variations provoquées par l'application d'enduits de toutes sortes. Les données numériques de ces dernières expériences sont représentées dans le tableau numéro 1.

TABLEAU N° 1.

Nos des observations.	Température de la chambre.	Le flanc (côté) gauche verni Le flanc (côté) droit non verni.	Division de l'échelle en rapport avec la position de l'aiguille de la boussole avant l'expérience.	Temps que mettait l'aiguille de la boussole pour atteindre son maximum de déclinaison.	Nombre des divisions parcourues par l'aiguille durant l'expérience.	OBSERVATIONS.
I	13° R.	Verni................	50	6 1/2′	>500	Durant cette expérience, la sensibilité de l'appareil a été telle que l'image du miroir, en s'écartant, a fini par dépasser les limites de l'échelle.
		Non verni...........	50	9 1/2′	475	
II	13 1/2° R.	Verni................	50	18′	389	Expériences au moyen de la colle de poisson.
		Non verni...........	50	19′	300	
III	13° R.	Verni................	50	16 1/2′	400	
		Non verni...........	50	16′	319	
IV	13° R.	Verni................	38	16′	560	
		Non verni...	38	15′	426	
V	13 1/2° R.	Verni................	50	17′	480	Expériences au moyen de la gomme arabique.
		Non verni...........	50	20′	337	
VI	13° R.	Verni................	50	13′	406	
		Non verni...........	50	15 1/2′	316	
VII	13° R.	Verni................	50	14′	389	
		Non verni...........	50	11′	350	
VIII	13° R.	Verni................	50	16 1/2′	398	Expérience au moyen de l'huile de pavot.
		Non verni....	50	15 1/2′	332	

Les chiffres du tableau ci-dessus démontrent que la surface vernie de l'animal dégage infiniment plus de calorique que celle qui ne l'est pas. Il résulte donc des expériences que j'ai indiquées plus haut, à l'exception pourtant de la première, que l'influence exercée sur la pile de Melloni par une surface de peau non vernie, on constate que la déclinaison moyenne de l'aimant équivaut à 340 divisions de l'échelle ; tandis que celle de la surface vernie est de 432, c'est-à-dire une différence de 92 divisions ; en d'autres termes, on constate un

TABLEAU N° 2.

Nos des observations.	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII	
TEMPS.	A [1].	B.	A.	B.	A.	B.	A.	B.	A.	B.	A.	B.	A.	B.	A.	B.
1′.....	77	73	62,4	62	63	61,7	60	54,6	61,5	62	62,4	61,5	63	62,5	64,8	62,2
1 1/2...	80	77	64,2	63,5	65	63,7	64	—	64,5	63,5	64,7	63	65	64,5	66,7	64
2......	84	79	66,1	64,8	66,9	65,2	67	56	67	64,7	67	64,3	67	66,5	68,5	65,3
2 1/2 ..	86	82	68,2	66,1	68,3	66,7	69	59	68,7	65,9	69,3	65,6	69	68	69,7	66,8
3......	89	84	70,2	67,6	70	68,1	71,5	—	70,7	67,1	71,7	66,9	71	69,5	71,5	68,1
3 1/2 ..	91	86	71,4	68,8	71,4	69,3	74	—	72,8	68,4	73,9	68,3	73	70,5	73,5	69,3
4......	93	87	73,6	70,1	72,9	70,6	76	60,8	74,8	66,9	75,9	69,6	75	72	75,3	70,7
4 1/2...	95	88,5	75	71,1	74,2	72	78,5	63,5	76,7	70,7	77,9	71,2	77	73,5	76,7	71,9
5......	97	90	76,4	72,1	75,5	73,2	80,5	64,7	78,5	71,9	79,7	72,1	78,5	74,5	78,2	73
5 1/2...	98	92,5	77,6	73,1	76,6	74,3	82	67	80,1	72,9	81,3	73,1	80	77	79,3	74
6......	99,5	94	78,7	74	77,6	75,2	83,5	68,4	81,9	73,6	82,7	74,1	81	77,8	80,7	75
6 1/2...	>100	95,5	79,7	74,7	78,5	76,1	85	71	83,4	74,5	83,9	74,9	82	79	81,8	75,8
7......	—	96	80,7	75,3	79,3	76,9	86	72	84,8	75,4	85	75,8	83,4	80	82,6	76,8
7 1/2...		96,5	81,4	75,9	80	77,5	87	—	86	76,2	85,9	76,4	84,4	81	84,7	77,7
8......		97	82,3	76,4	80,7	78,1	88	—	87,1	76,9	86,8	77	85	81,8	85,7	78,4
8 1/2...		97,4	82,8	76,8	81,1	78,9	89	—	88,1	77,5	87,6	78	85,5	82,5	86,3	79,3
9......		97	83,5	77,1	81,6	79,3	89,5	73	89	78	88,2	78,6	86	83	86,9	79,9
9 1/2...		97,5	83,9	77,4	81,9	79,7	90,5	—	89,7	78,4	88,8	79	86,5	83,8	87,3	80,4
10......		97,2	84,3	77,7	82,2	79,9	90,7	74,9	90,3	78,8	89,3	79,4	87	84	87,7	80,9
10 1/2...		97,5	84,7	78	83,6	80,1	91	75,2	91	79	89,8	79,8	87,6	84,5	87,8	81,3
11......			84,9	78,2	84,8	80,4	91,5	78,5	91,4	79,2	90,4	80	88	85	87,9	81,8
11 1/2...			85,2	78,4	86	80,8	92	79,9	92,3	79,4	90,5	80,4	88	85	88,9	82
12......			85,7	78,5	86,8	81,1	92,5	80	93,2	79,7	90,5	80,6	88,3	85	88	82,2
12 1/2...			86	78,6	87,5	81,4	92,7	80,1	94	80	90,5	80,8	88,5	85	88,7	82,4
13......			86,5	78,7	88,1	81,5	93	80,2	94,9	80,3	90,6	81	88,8	85	88,9	82,6
13 1/2...			86,9	78,8	88,5	81,6	93,3	80,3	95,6	80,5	90,6	81,3	88,8		89	82,8
14......			87,3	78,9	88,9	81,6	93,5	80,4	96	80,6	90,6	81,3	88,9		89,1	82,9
14 1/2...			87,6	79	89,1	81,6	93,7	80,5	96,6	80,8	90,6	81,4	88,9		89,3	83
15......			87,9	79,1	89,4	81,7	—	80,6	97	80,9	90,6	81,5	88,9		89,4	83,1
15 1/2...			88,3	79,2	89,6	81,8	93,8	80,6	97,3	81,1	90,6	81,6			89,5	83,2
16......			88,5	79,4	89,9	81,9	94	80,6	97,6	81,3		81,6			89,6	83,2
16 1/2...			88,6	79,5	90	81,6	94	80,6	97,8	81,6		81,6			89,8	83,2
17......			88,7	79,6	90	81,6	—	80,6	98	81,9		81,6			89,8	83,2
17 1/2...			88,8	79,7	90	81,6	94	—	98	82,2					89,8	83,2
18......			88,9	79,9	90	81,6			98	82,5					89,8	83,2
18 1/2...			88,9	79,9					98	82,7					89,8	
19......			88,9	80					98	83,1					89,8	
19 1/2...			88,9	80						83,5						
20......				80						83,7						

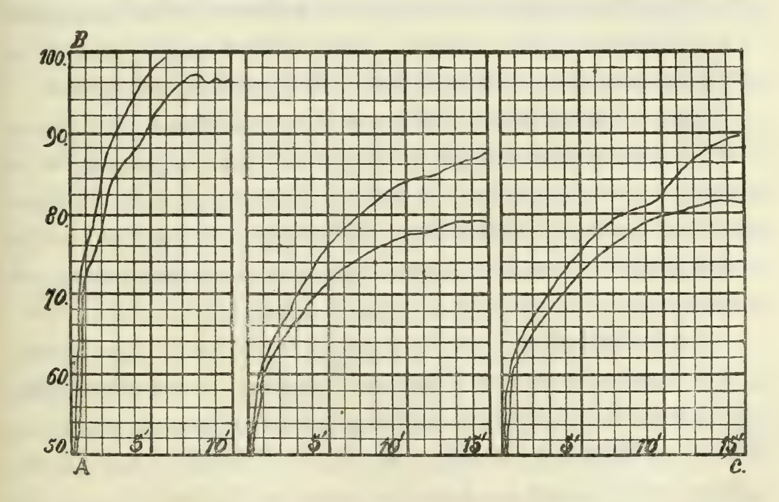
[1] A. — côté verni; B. — non verni.

accroissement de 27 p. 100 des pertes de calorique. Dans les expériences le mieux réussies, comme par exemple dans la 5e,

la vernissure a provoqué à la peau une bien plus grande perte de calorique, savoir 43 p. 100. Dans le cours de nos expériences, en notant toutes les 30 secondes la déclinaison de l'aimant, nous avons pu nous rendre compte à la fois des différences des pertes de calorique essuyées par la partie de la peau tant vernie que non vernie (voyez les tableaux), et de la rapidité avec laquelle cette perte se faisati.

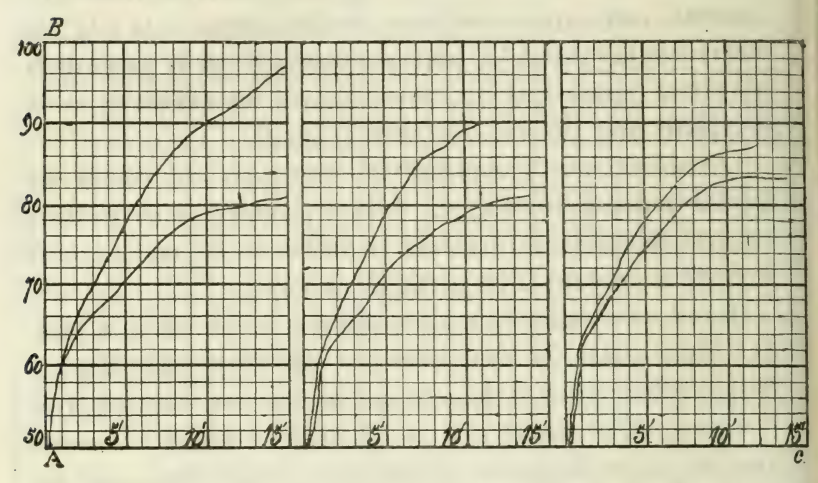
Le tableau n° 2, représentant avec plus de détails les mêmes données numériques, prouve combien, dans les deux cas, est constante et évidente la différence de rapidité avec laquelle se produisent les pertes de calorique.

Quand on examine le tableau numéro 2, on voit que, presque dans toutes les expériences, la différence entre la perte de la surface vernie et de celle qui ne l'est pas, s'accroît avec le temps. Cela prouve que la rapidité, ou plutôt l'intensité avec laquelle se dégage le calorique de la surface vernie, est infiniment plus grande que celle avec laquelle il se dégage de la surface non vernie ; et ce n'est qu'après avoir atteint sa grandeur maximum que cette différence devient constante. Pour mieux faire comprendre ceci, je représente, dans les



tableaux suivants, les données numériques sous la forme de lignes courbes. La ligne courbe supérieure de chaque tracé

correspond à la perte de calorique d'une surface vernie, la courbe inférieure correspond à la perte de calorique d'une surface égale non vernie.



Chaque division de l'ordonnée AB correspond à 1 centimètre de l'échelle, tandis que chaque division de l'abscisse Ac correspond à une seconde.

Ces courbes font clairement voir que l'application du vernis sur une portion de peau augmente non-seulement la rapidité du dégagement de calorique, mais encore qu'elle accroît sa perte de calorique, comparée à celle de la surface non vernie.

Outre les expériences faites sur la peau d'un lapin, j'en ai encore fait plusieurs autres sur ma propre peau, et j'ai obtenu les mêmes résultats, quoique la peau de l'homme et celle du lapin soient dans des conditions bien différentes; c'est-à-dire que j'ai constaté que la vernissure appliquée à la peau de l'homme en augmentait sensiblement le pouvoir émissif.

La pile de Melloni convenant peu à ces sortes d'expériences, je l'ai remplacée par deux paires d'éléments thermo-électriques qu'on pouvait appliquer contre la peau. Ces éléments étaient en fer et en métal dit *Neusilber*, et avaient la forme d'une double plaque ronde dont le diamètre mesurait 22 millimètres; la surface en était recouverte d'une mince couche de vernis. Ces deux éléments s'appliquaient dans les mêmes conditions à

des endroits symétriques des régions temporales, et, dans certains cas, au milieu du front; ils étaient maintenus dans la position voulue au moyen d'un bandage en toile ordinaire, qui ne faisait qu'un tour autour de la tête; je veillais en même temps à ce que la pression des éléments fût autant que possible égale des deux côtés. Avant de me mettre en expérience, je m'assurais que, pendant l'introduction en sens inverse et sous la même température des deux éléments dans le circuit, le miroir de la boussole demeurait en repos; l'égalité de tension thermo-électrique des deux éléments était notée lors de l'application directe de ces derniers aux endroits désignés de la peau, ce qui démontrait l'égalité de température des deux portions symétriques non vernies. Il en était tout autrement dans le cas où une des portions de la peau avait été, depuis une demi-heure, enduite d'une solution de gélatine ou de gomme arabique. On remarquait alors la déclinaison de la boussole (30 à 40 millimètres de l'échelle), indiquant la température plus élevée de l'élément sur la surface vernie. Par les données et les résultats de nos expériences sur le lapin, nous pouvons donc conclure en toute probabilité que l'application du vernis sur la peau de l'homme en augmente le pouvoir émissif.

Toutes ces expériences ont été faites dans le laboratoire du professeur Schelkow, qui y a pris un grand intérêt; aussi je me fais un devoir de lui témoigner ici ma plus vive gratitude.

On peut dire que les résultats des expériences précitées ont démontré que l'animal soumis à la vernissure, perd bien plus de calorique que l'animal qui ne l'a pas été. Si, l'animal périt moins vite, lors de la vernissure partielle, c'est que son organisme est en état d'équilibrer, jusqu'à un certain point, les pertes de son calorique. Lors de l'anéantissement complet de la perspiration, au moyen de la vernissure totale, l'animal périt rapidement, sans offrir dans son organisme des changements sensibles, si ce n'est l'hypérémie des organes internes et quelques faibles modifications des reins amenant de l'albumine dans l'urine. Bien au contraire, lorsque, pendant un temps assez

long, il s'est produit, chez un animal privé partiellement de perspiration cutanée, une élaboration forcée de calorique à côté de l'endroit où il le perdait d'une façon ascendante, l'autopsie démontre de graves lésions dans les parenchymes ; c'est ce qui a fait autrefois admettre le développement d'un poison par suite de la suppression de la perspiration cutanée.

Après qu'on eut prouvé par des expériences directes, l'accroissement de la perte de calorique par la peau vernie de l'animal, on vit naturellement surgir la question de l'apparition des affections parenchymateuses, observées chez les animaux soumis à la vernissure par Stockvis, Lange, Feinberg et Sakolow, et reconnues comme étant en corrélation avec cette perte de calorique.

Pour résoudre cette question, j'ai entrepris, grâce aux conseils du professeur Laschkévitch, une série d'expériences sur les animaux, au moyen d'un refroidissement artificiel, tantôt vif et les faisant périr assez vite, tantôt lent et les laissant vivre plus longtemps. Les premières expériences se faisaient avec l'appareil suivant : Une assez grande caisse en zinc en contenait une autre beaucoup plus petite, et de même métal. On plaçait au fond de la grande caisse des barres en bois sur lesquelles reposait la caisse plus petite, de manière à laisser entre les deux caisses des intervalles libres de tous les côtés. Les deux caisses se fermaient par un couvercle commun percé d'ouvertures, par lesquelles l'air pénétrait librement dans la petite caisse. Au fond de cette dernière, où l'on plaçait l'animal, se trouvait pratiquée une ouverture en forme d'entonnoir, sous laquelle on mettait un vase en verre destiné à recueillir l'urine ; le fond de cette même caisse était couvert d'écorce, pour que l'animal ne fût pas couché sur une surface métallique, et pour qu'il lui fût permis d'uriner à son aise, car, sans cela, ainsi que j'en ai fait la remarque, les lapins retiennent assez longtemps leur urine. On remplissait de glace l'intervalle entre la grande et la petite caisse, et, au fur et à mesure qu'elle fondait, on laissait écouler l'eau par un robinet spécial adapté à la grande caisse, puis on ajoutait de nouveau de la glace. Dans une des

ouvertures du couvercle, on introduisait le thermomètre devant indiquer la température de la caisse où était l'animal. Cette température, après qu'on avait ajouté la glace, demeurait constamment entre 8 et 9° C.

On mesurait la température interne de l'animal (température rectale) avant l'opération, puis, quelques minutes avant la fin, avec le même thermomètre. Dans le cours de l'expérience, la température n'était pas prise, car, en retirant l'animal de sa caisse on en augmentait nécessairement la température, ce qui aurait fatalement nui au résultat. Une demi-heure après que l'animal était placé dans la caisse, la température de l'air contenu dans celle-ci s'élevait à plus de 10° C. On pouvait observer par les ouvertures pratitiquées dans le couvercle les phénomènes causés chez l'animal par l'abaissement de la température.

Ces phénomènes étaient absolument les mêmes que ceux qui apparaissent chez les animaux vernis : c'est-à-dire, d'abord une inquiétude visible, un tremblement total, des mouvements convulsifs intermittents, une accélération de la respiration ; l'intensité de ces phénomènes augmentant peu à peu, l'animal s'acharne à sortir de sa caisse, ses extrémités se convultionnent, sa respiration devient plus large, il se débat, puis il redevient plus calme ; il s'assoupit, frissonne de temps en temps et rejette sa tête en arrière ; sa respiration se ralentit ; ne pouvant plus se tenir debout, il tombe sur le côté, s'assoupit et meurt.

L'observation de la température faite une heure, ou une heure et demie avant la mort, donc 19° à 20° C. Impossible de compter en une minute le nombre des pulsations. L'urine contient de l'albumine, et l'on voit sous le microscope les cellules épithéliales des tubes sans pourtant distinguer de cylindres. L'autopsie des animaux m'a fourni les résultats suivants :

La peau est privée de sang dans toute son épaisseur ; une incision d'un pouce de longueur n'en laisse pas échapper une goutte. Le tissu cellulaire sous-cutané est également exsangue ; les vaisseaux qu'on y trouve semblent affaissés et contiennent peu de sang. Les muscles du tronc sont pâles et durs au toucher,

les poumons affaissés et de couleur rose pâle. Les gros troncs veineux sont sensiblement dilatés. La veine cave inférieure regorge de sang ainsi que les vaisseaux du diaphragme. Les poumons à peine gonflés laissent l'air pénétrer partout. L'oreillette droite du cœur regorge de sang; les muscles du cœur paraissent rouges, sans consistance. La surface du foie semble assez unie, lisse et marbrée à l'incision ; le sang coule en abondance, surtout des gros troncs ; les limites des lobules sont très-visibles; tout le tissu est œdémateux, friable, et cède à la pression des doigts. La rate est molle et d'un rouge uni, sans changement de volume. La membrane muqueuse de l'estomac est couverte d'une quantité de taches brun foncé; ces taches sont de toutes les grandeurs, depuis celle d'une tête d'épingle jusqu'à celle d'un grain de chènevis et au delà. Quand on gratte ces taches, on enlève en même temps la membrane muqueuse, au-dessous de laquelle on peut voir une plaie de même grandeur. Les vaisseaux du mésentère ainsi que ceux du canal intestinal sont fortement injectés. Les veines sont gonflées et leur surface paraît luisante. La tunique externe se détache manifestement de l'interne; la première est d'un gris pâle, la seconde rougeâtre. Les reins offrent peu de consistance. Le tissu des testicules, d'un gris pâle, contient fort peu de sang. La pie-mère est fortement hypérémiée. La substance cérébrale contient peu de sang.

Les recherches microscopiques faites sur le cœur, le foie, les reins et le tissu cellulaire de l'estomac ont montré ce qui suit : la musculature du cœur paraît peu granuleuse, la striation transversale s'est bien conservée. Les cellules du foie sont agrandies et arrondies dans leur volume; leur protoplasme est ténu et rempli de granulations; par l'action de l'acide acétique, l'état granuleux de ces cellules disparaît, et l'on voit distinctement le noyau, quelquefois double. Les canalicules urinaires sont remplis d'épithélium, dont les cellules, en s'éclaircissant, montrent distinctement leur noyau. Les tâches pigmentées de la membrane muqueuse de l'estomac sont formées de globules de sang et d'hémoglobine.

Quant à mes secondes expériences, je les ai faites de la manière suivante : Je mesurais avant l'opération la température rectale du lapin, quelques jours avant de le faire tondre. J'employais, comme dans mes expériences précédentes, le même thermomètre; la mesure de la température durait 25 à 30 minutes par jour, toujours à la même heure. J'examinais l'urine, qui était acide sans contenir d'albumine, puis je tondais tout ras le lapin, et je l'exposais à une température qui variait de + 10°, à + 13° R. Cinq à sept heures après la tondaison, la température rectale s'élevait de 0,8° C., et les jours suivants l'élévation de la température atteignait 39,4° (de 38,5° C. sa première hauteur). L'animal semblait être en pleine santé ; mais on voyait apparaître le cinquième et le sixième jour des traces d'albumine dans l'urine; quinze ou dix-huit jours après, l'urine contenait une quantité considérable d'albumine et de cylindres pathognomoniques. L'animal paraissait avoir beaucoup maigri; le poil poussait si vite, qu'on était obligé de le raser de nouveau. Les animaux succombaient ordinairement vers la fin de la quatrième semaine. La mort survenait inopinément, au milieu de convulsions. Deux ou trois heures avant la mort, la température baissait de 35° à 34° C. L'urine était remplie d'albumine, de cylindres hyalins et de cellules à l'état d'altération graisseuse. L'examen fait après la mort a donné les résultats suivants : les grosses veines sous-cutanées, ainsi que leurs ramifications, étaient fortement dilatées et injectées, le tissu cellulaire sous-cutané un peu gonflé, la membrane muqueuse des lèvres, des gencives et de la langue fortement cyanosée, ainsi que les oreilles; la rigidité cadavérique était très-développée. Point de changement particulier dans le thorax; la plèvre présente des taches de Tardieu qui deviennent très-visibles quand on fait gonfler les poumons; ces derniers sont rose clair, l'air en pénètre facilement le tissu; le cœur et l'oreillette gauche ont augmenté de volume; au toucher le cœur paraît dur comme du bois; le ventricule droit est dilaté et regorge de sang; la rate semble moins volumineuse; le foie est un peu

plus gros, sa surface vue à la lumière oblique paraît parsemée de grains de sable; son tissu est comme fané et desséché ; les reins sont volumineux, leur capsule se détache facilement. Lorsqu'on incise les veines, la limite de la tunique externe et de l'interne paraît bleu foncé. La tunique externe, considérablement épaissie, est plus claire que l'interne ; la vessie est pleine d'urine.

Dans l'examen microscopique du cœur, de l'estomac et du foie, le tableau des modifications survenues ne se distingue presque en rien du tableau des altérations survenues par suite d'un refroidissement rapide; mais les changements trouvés dans les veines étaient plus nets que chez les animaux subitement refroidis. Les canalicules urinaires paraissaient plus volumineux et privés çà et là de leur épithélium, qui gisait accumulé dans le bassinet ; on y rencontrait des débris de cellules. Les cellules restées en place étaient très-grenues, ternes et réfractant fortement la lumière. Par l'action de l'acide acétique, quelques-unes d'entre elles seulement s'éclaircissaient, les autres demeuraient intactes. Les glomérules de Malpighi étaient plus volumineux, on apercevait beaucoup de noyaux, apparence qui tranchait fortement, lorsqu'on la comparait à celle du rein normal du même animal. L'urine était fortement acide ; la chaleur, les acides picrique, azotique et acétique y ont révélé une quantité considérable d'albumine.

Le microscope nous a fait voir dans l'urine des cylindres foncés, très-grenus, et çà et là des cellules gonflées et grenues. Dans quelques-unes d'entre elles, on voyait un noyau entouré de granulations très-réfringentes ne disparaissant pas par l'acide acétique. On n'apercevait pas de cellules dans la plus grande partie des cylindres qui n'étaient composés que de granulations très-fines, possédant les mêmes réactions que celles des cellules. D'autres cylindres paraissaient hyalins, avaient un contour clair : ils étaient généralement ou droits ou sinueux ; on y trouvait aussi des fragments de cylindres ainsi que des cellules épithéliales possédant toujours les mêmes réactions.

Les phénomènes observés du vivant de l'animal, ainsi que les altérations des organes survenant à la suite du refroidissement artificiel, ne rappellent que trop le tableau de ces mêmes phénomènes et modifications dans les organes parenchymateux pendant la vernissure totale et partielle de la peau des animaux. L'identité des résultats obtenus sur l'animal soumis à un refroidissement rapide, et sur celui soumis à la vernissure totale (phénomènes apparaissant du vivant de l'animal et lésions pathologiques), cette identité, dis-je, aperçue avant moi par Krieger, prouve bien que la mort des animaux survenant par suite de l'anéantissement complet de la perspiration cutanée provient du refroidissement. Les phénomènes que l'on observe pendant la vernissure partielle, ainsi que les altérations des organes parenchymateux, sont en rapport direct avec les symptômes qui se manifestent du vivant de l'animal, ainsi qu'avec le tableau anatomo-pathologique que nous avons signalé par le refroidissement lent de l'animal. Les résultats des dernières expériences me permettent d'affirmer que, pendant l'anéantissement partiel de la perspiration cutanée, la principale cause des changements survenant dans les organes internes est la perte de calorique; quant au mécanisme de la mort chez ces animaux, il diffère très-peu de celui des animaux qui meurent par suite de l'anéantissement complet de leur perspiration cutanée, ou à la suite d'un violent refroidissement. Nous tâcherons d'expliquer en temps et lieu la cause de cette différence.

Pour le moment, il nous reste à dire quelques mots sur un fait fort intéressant, observé lors de la vernissure partielle, c'est-à-dire sur l'élévation primitive de la température chez ces animaux, élévation qui a été observée par Lange, Sakolow et plusieurs autres. Sakolow attribue cette élévation de température au processus inflammatoire dans les organes parenchymateux, provoqué pour ainsi dire par l'arrêt dans l'organisme d'un poison inconnu. On sait que, lors du refroidissement toujours croissant de la peau, il se fait dans l'organisme un redoublement de calorique, pour compenser les

pertes de ce dernier; c'est ce que Liebermeister a observé par l'action d'une basse température sur notre peau, et Weisflog par l'action des bains froids. Il faut conclure de là que la même chose a lieu pendant la vernissure partielle, où il se produit un accroissement de perte de calorique. On peut donc dire que l'élévation de la température chez les animaux soumis à la vernissure partielle est le résultat de leurs pertes de calorique, et non celui de l'influence d'une substance septique, comme le fait justement observer le professeur V. Laschkévitch dans sa critique sur le travail de N. Sakolow.

Pour me convaincre que cette élévation de température interne, chez les animaux soumis à la vernissure partielle, provient réellement de l'augmentation de perte de calorique, j'ai fait les expériences suivantes : j'ai mesuré avec un même thermomètre, plusieurs jours de suite et toujours à la même heure, la température rectale d'un lapin : la moyenne des températures observées était de 38,5° C.; après quoi j'ai fait raser la moitié de la surface de l'animal, que j'ai exposé dans une chambre à une température de 16° R. au-dessus de zéro. Après cela j'ai continué à mesurer sa température avec le même thermomètre, toujours à la même heure qu'avant la tondaison. Le résultat de mes opérations a démontré que la température du lapin s'était élevée de 38,5° C. à 39,4° et même à 39,6° C., et qu'elle se tenait approximativement à cette hauteur jusqu'à ce que le poil eût repoussé ; et au fur et à mesure qu'il repoussait, la température baissait graduellement. Il est évident que, dans ce cas, l'élévation de la température dépendait de l'augmentation de perte de calorique par la surface tondue. Cette simple explication nous évite la nécessité de voir des phénomènes d'inflammation là où il est difficile d'en prouver la présence. La simple tondaison élève d'abord la température de l'animal, ainsi que la vernissure partielle, et, pourtant, il ne peut y être question de l'anéantissement de la perspiration cutanée, ni de l'arrêt d'un poison quelconque.

Je me suis permis de m'arrêter à l'analyse de ce phénomène,

afin de rendre plus compatibles les deux explications de deux phénomènes en apparence contradictoires : la mort des animaux vernis provient du refroidissement, bien que la température du même animal, soumis à la vernissure, s'élève dans les premiers moments. Il serait, au contraire, plus étonnant de la voir baisser dans ce cas, car l'animal ne peut pas supporter indifféremment des pertes de calorique. La nécessité d'une compensation paraît inévitable dans cette circonstance, compensation qui ne saurait sans doute durer, mais qui prouve bien la lutte que fait l'organisme pour conserver son existence.

Quant au mécanisme de la mort chez les animaux dont la perspiration cutanée a été anéantie, on peut le diviser en deux parts :

1° Dans la vernissure totale, l'animal succombe par suite du refroidissement. 2° S'il y a anéantissement partiel de la perspiration cutanée, ce qui équivaut à la mort survenant par refroidissement lent, autrement dit, par suite de l'action prolongée d'une température basse sur l'organisme, dans ce cas, les organes parenchymateux présentent des modifications pathologiques telles qu'elles rendent impossible la vie de l'animal. Au rang de ces modifications, la première place est incontestablement à l'altération des veines, annoncée du vivant de l'animal par l'albuminurie, par la présence des cylindres tant hyalins que graisseux, et, après la mort, par les modifications anatomo-pathologiques indiquant l'état d'inflammation des veines.

Le dérangement des fonctions d'un appareil si important dans l'organisme ne saurait, sans nul doute, être supporté impunément ; c'est donc là qu'il faut chercher la cause de la mort de l'animal. Cette explication est en parfait accord avec les recherches de Lange, qui attribue à l'urémie la mort des animaux soumis à la vernissure partielle,

Toutes nos expériences nous conduisent aux conclusions suivantes :

1. L'application du vernis sur la peau des animaux, tant

totale que partielle, provoque chez eux des pertes considérables de calorique.

2. Cette augmentation de perte de calorique est justement la cause fondamentale des altérations survenant dans les organes internes des animaux vernis; il n'y a donc aucune nécessité d'admettre chez ces animaux l'existence d'un poison que personne ne sait définir.

3. L'élévation de la température observée dans les premiers temps, chez les animaux soumis à la vernissure partielle, est le résultat inévitable de l'augmentation de perte de calorique.

En terminant mon travail, c'est avec un grand plaisir que je témoigne ma vive gratitude au professeur V. Laschkévitch, pour la bonté qu'il a eue de m'en fournir le plan, ainsi que de me diriger de ses excellents conseils.

M. Lomikowsky.

Charkow, Novembre 1877.

REMARQUES

SUR LA

GENÈSE DES ÉLÉMENTS ANATOMIQUES

OU THÉORIE CELLULAIRE.

Par M. CH. ROBIN

Quel que soit le mode d'après lequel a lieu l'apparition de nouveaux individus, le résultat de leur naissance est la *multiplication* de ces êtres. Dans le cas des individus élémentaires, des éléments anatomiques, des cellules, cette *multiplication* a pour conséquence l'*accroissement*, l'augmentation de masse de l'organisme, ou de telle et telle de ses parties, que composent les cellules, dont les dernières venues dérivent, directement ou indirectement, et auxquelles elles s'ajoutent. Cette multiplication a pour conséquence l'augmentation du nombre des individus et la conservation de l'espèce, lorsqu'il s'agit d'un organisme indépendant. Ce fait, joint à ce que l'apparition de toute partie visible est la résultante de la *génération de parties élémentaires invisibles*, montre que c'est par l'étude de cette dernière qu'il faut commencer l'examen de ce sujet. La génération de ces éléments satisfait, en effet, si l'on peut ainsi dire, à l'apparition et à l'extension du tout par celles de chacune de ses parties ; elle nous permet d'en saisir les moindres rudiments aussitôt que se montre leur ébauche. En outre, une fois l'examen de la génération des éléments poursuivi dans les êtres complexes, la génération des animaux et des plantes unicellulaires se trouve connue par ce fait même.

La *nature des phénomènes* génétiques envisagée d'une manière abstraite a été indiquée dans ce recueil, année 1864, p. 152 et suiv.; pour ce qui concerne la génération des *éléments anatomiques spécialement* (théorie cellulaire), elle peut être résumée ainsi qu'il suit :

A. — L'apparition du nouvel être débute par un phénomène de genèse, celle du *noyau vitellin* ou *pronucléus*, survenant peu après la fécondation. Ce noyau se segmente; mais, grossissant au fur et à mesure qu'a lieu cette scission continue, il en résulte que de lui, né de la sorte, dérivent ainsi progressivement les noyaux de tous éléments anatomiques permanents du nouvel animal. Quant à la substance du vitellus même, qui se segmente en même temps que le pronucléus dont elle entoure les subdivisions sous forme d'autant de corps cellulaires, elle disparaît et se résorbe par un mécanisme rappelé plus loin. Alors, autour de chaque noyau devenu libre et centre de génération, apparaît le corps cellulaire de *tous les éléments permanents*, avec ou sans dépendances fibrillaires. C'est encore par genèse, et par genèse directe, qu'a lieu cette apparition de la partie essentiellement active de chaque élément anatomique nerveux, musculaire, lamineux, élastique, etc., sans que nul d'entre eux soit une transformation de quelque élément né avant lui, qui aurait déjà rempli quelque autre rôle physiologique, et dont il deviendrait une autre forme par addition ou soustraction de matière, sans *discontinuité de substance et d'existence*. (Voy. Ch. Robin, *Dictionnaire encyclopédiq. des sciences médicales*, 1877, art. Fibre.)

B. — Quant aux premières cellules de l'*ectoderme épidermique* et à celles de l'*endoderme*, leur noyau est une provenance du pronucléus, et leur corps en est une de la substance du vitellus par segmentation progressive de l'un et de l'autre. Mais, dès la formation d'une seconde couche ou d'une rangée cellulaire au-dessous de la première, qui était ainsi dérivée du vitellus (et de même pour toutes les autres qui viendront bientôt les remplacer lors de chacune de leurs chutes par mues naturelles), noyau et corps cellulaire apparaissent par genèse. Le noyau ni le corps cellulaire ne sont plus ici un dérivé par scission successive, et

encore moins une transmutation de quelque cellule antécédente. (Voy. Ch. Robin, *Anatomie cellulaire*. Paris, 1873, p. 329 et suiv.)

Il est sous-entendu qu'il est tenu compte ici de ce que, avant cette mue naturelle ou toute autre modification physiologique, la *segmentation*, continuant sur chacune des cellules et sur leur noyau, amène la *multiplication* de celles-ci, et concourt de la sorte à l'*accroissement* des couches ou des masses qu'elles forment, en même temps que grandit individuellement chaque cellule. Sur les plantes (et aussi dans les protozoaires, les spongiaires et les polypes, etc.), cette manière d'être des choses, à compter de la segmentation du sac embryonnaire ou ovule proprement dit, se conserve et se continue dans la plupart des parties de la plante, et préside ainsi à l'évolution végétale plus que ne fait la genèse, inversement à ce qui a lieu dans la plupart des animaux.

C. — C'est par genèse encore que naissent, consécutivement aux éléments caducs ou permanents ci-dessus indiqués, et par leur intermédiaire, les éléments des animaux, soit permanents, soit caducs aussi, représentés par :

1° Les parois propres glandulaires, gaînes ou capsules hyalines ;

2° Les substances amorphes intercellulaires et interfibrillaires;

3° Les substances homogènes ou diversement figurées, squelettiques des dents (ivoire et émail), des écailles, des coquilles, des diverses pièces squelettiques chitineuses, des articulés, des vers, etc., sans que jamais les unes plus que les autres de ces nombreuses et volumineuses sortes d'éléments anatomiques aient passé par l'état de noyau ni de cellule, sans que jamais elles arrivent plus tard à prendre ces formes élémentaires.

D. — L'apparition de l'ovule, ou cellule qui relie le futur et le présent au passé antécédent, ne fait nulle part exception à côté de celle des autres éléments de l'organisme qui le porte. Nulle part il n'est une transmutation de *specie in speciem* de l'une de cellules de celui-ci, et non davantage une provenance sans *discontinuité de substance ni d'existence* de l'ovule ou autre

cellule de l'organisme précédent, de celui qui le pond. Toutefois, s'il vient à être prouvé que l'ovule n'est qu'une cellule, soit ectodermique, soit endodermique (B) d'une évolution et d'une caducité tardives, comparativement à ses homologues embryogéniques, son *corps cellulaire* (devenant plus tard le vitellus) pourra seul être considéré comme une *continuation en substance et en existence* du vitellus précédent, plutôt encore que de l'organisme dont il a fait partie et de ses antécédents.

Quant à son noyau, qui, par scission progressive, dérive sans discontinuité de substance du pronucléus apparu par genèse, noyau qui en fait est né par genèse (A), il disparaîtra une fois devenu vésicule dite *germinative,* pour être ensuite remplacé, en cas de fécondation, par un nouveau pronucléus naissant par genèse après la fécondation. Par suite, il ne se continue ici en forme ni en volume dans l'ovule de l'être suivant, pas davantage que dans les autres éléments de celui-ci.

Mais sur les mollusques, les crustacés décapodes, les poissons, etc., chez lesquels, dès la première ponte, s'en vont tous les œufs d'origine blastodermique, comme le font les cellules ectodermiques et endodermiques (B), pour tous ceux qui les remplacent ensuite, noyau, corps cellulaire (*vitellus*) et paroi (*membrane vitelline*) apparaissent par genèse, comme le font du reste les épithéliums de remplacement des téguments, des ongles, des poils et des plumes qui muent.

E. — Ainsi donc, de quelque feuillet blastodermique que ce soit dont, par exsertion ou involution, dérivent, sous forme d'amas cellulaires plus ou moins considérables, ici, tout un *système* (névraxe, notocorde, intestin. protovertèbres, etc.), là, tels ou tels *organes* isolément (follicules, glandes, poumon, ovaires, testicules, etc.), ce qu'il y a de caduc comme ce qu'il y a de permanent dans chacun de leurs éléments, et dans leur masse par conséquent, dès qu'ils entrent en jeu, est apparu par genèse, savoir :

1° Le noyau, par l'intermédiaire du pronucléus ;

2° Le corps cellulaire et fibrillaire, par genèse directe autour de ce noyau comme centre ;

3° Le noyau même et le corps cellulaire, quand il s'agit des épithéliums (B) et des ovules de remplacement.

4° Par genèse encore, lorsqu'il s'agit des substances amorphes, etc. (C).

Remarque sur les données précédentes.

L'importance du contenu de ce dernier alinéa (E) n'échappera certainement pas au lecteur. Rapproché des précédents, il montre que, dans le temps et pour le nombre, la *genèse* prime l'*évolution*, le *développement*, celui-ci ne l'emportant qu'en ce qui touche la masse, le volume individuel.

La manière dont les choses se passent lors de la genèse des éléments anatomiques définitifs et permanents est donc autre que ce que l'on suppose constamment à cet égard; autre que ce que l'on suppose en particulier sur la manière dont, du mésoderme formé *d'une seule espèce de cellule*, dérivent les nombreux éléments anatomiques qui lui succèdent : éléments du cartilage et des os, muscles lisses et striés, cellules et fibres lamineuses, cellules et fibres élastiques, etc. Il y a dans la formation de ces éléments autre chose qu'un passage, qu'une transformation directe des cellules mésodermiques, ici en cellules du cartilage, ailleurs en fibres-cellules, etc. Comme dans le cas, bien plus net du reste, de la dérivation des myélocytes par scission progressive de chaque cellule de l'involution cérébro-spinale et genèse ultérieure d'un corps cellulaire autour de chaque nouveau noyau, c'est par scission nucléaire dans chaque *cellule mésodermique* amenant la résorption du corps de ces cellules, de provenance vitelline, que se produisent ces noyaux, qui deviendront bientôt centres de génération, ici du corps cellulaire des cartilages, là des fibrilles striées, ailleurs des cellules du tissu cellulaire, etc. C'est par l'intermédiaire de cette succession de phénomènes que les éléments des tissus qui constituent la plus grande partie du corps, ceux qu'on dit d'origine mésodermique, dérivent du mésoderme, prennent la place des cellules qui composaient cette couche et deviennent infiniment plus nombreux que ces cellules.

Dès que les myélocytes sont libres et vont devenir centre de génération d'un corps cellulaire, ils sont différents du noyau des cellules duquel ils dérivent par scission. De même pour les noyaux de provenance mésodermique qui vont devenir centre de génération musculaire ici, cellulaire, élastique, etc., ailleurs, dès qu'ils deviennent libers, ils diffèrent du noyau dont ils sont dérivés par scission progressive; de plus, ils diffèrent les uns des autres d'une région à l'autre du mésoderme, et ces différences annoncent la genèse du corps cellulaire, cartilagineux ici, élastique ou musculaire ailleurs, et ainsi des autres. D'autre part, l'étude de l'existence ultérieure de ces noyaux et de l'évolution des corps cellulaires, dont ils deviennent centres de genèse, montre que, dans quelque condition normale ou pathologique que ce soit, jamais nul de ces éléments ne retourne à son état originel, ni même à l'un quelconque de ses états transitoires antécédents (1). Seulement tout noyau qui est devenu centre de génération cellulaire ou fibrillaire peut devenir, dans certaines conditions, tant normales qu'accidentelles, le siége d'une scission multiplicatrice, et les noyaux dérivés redeviennent ou non un centre pour la génération d'un corps cellulaire ou fibrillaire homologue. (V. Ch. Robin, *Anatomie cellulaire*. Paris, 1873, pp. 304, 316, 331 et suiv.) C'est ainsi qu'en partant d'individus ègalement simples, la scission cellulaire et nucléaire associée à la genèse conduit à la génération et à l'accroissement de parties distinctes, mais nécessairement solidaires, sans transformation d'une cellule, ni d'un tissu quelconque, ni du tout, par conséquent, de *specie in speciem*; sans retour individuel non plus à l'état originel autre que le cas de la reproduction ovulaire, etc.

Ajoutons à ce qui a été dit (A), que, lorsqu'il s'agit de l'appari-

(1) Les premières hématies et les premiers leucocytes apparaissant dans l'embryon, sont les seuls éléments mésodermiques des vertébrés qui dérivent substantiellement des cellules de provenance vitelline. (V. Ch. Robin, *Anat. cellulaire*. Paris, 1873, p. 316 et 318.) Le corps cellulaire des hématies qui apparaissent au delà des périodes fœtales naît par genèse autour d'un noyau dont la provenance est encore à préciser. Les leucocytes, éléments d'origine mésodermique, et jamais ectodermique, même sur l'adulte, naissent par genèse au delà des phases embryonnaires, soit dans les réseaux lymphatiques d'origine, soit ailleurs encore. (V. l'art. LEUCOCYTE, du *Dict. encycopédiq.*)

tion des quatre membres, de celle des noyaux composant leur squelette cartilagineux et celui de leurs doigts, de celle des faisceaux musculaires correspondants, on ne sait pas encore nettement si ces noyaux dérivent réellement du pronucléus par l'intermédiaire d'une scission prolifiante de ceux du mésoderme (E. 1°), ou si au contraire ce n'est pas par genèse qu'ils apparaissent, comme le fait ensuite autour d'eux chaque corps cellulaire correspondant (E. 2°).

Mais ce qui est certain, c'est qu'il n'y a pas transmission au nouvel embryon, par l'intermédiaire du vitellus qui le précède, d'une cellule quelconque préformée, et *a fortiori* d'une portion toute formée de quelque prétendue *gemmule* de fémur, d'humérus, de biceps, de nerf radial ou sciatique et aussi des autres organes. Or cela importe, car c'est dans le cas seul où cela serait que l'on pourrait comprendre la transformation graduelle *de specie in speciem* d'une succession d'individus, par évolution poussée sur chacun de ceux-ci, soit plus, soit moins loin qu'à l'ordinaire, jusqu'à cessation de l'*interfécondité* sur l'un d'eux, puis sur ses descendants : le tout sous l'influence des conditions extérieures à lui, comme de Lamarck, puis Darwin l'ont supposé.

Par l'intermédiaire du noyau vitellin (*pronucléus*) et du vitellus d'abord, de la genèse des corps cellulaires ensuite, il y a reconstitution totale et de toutes pièces d'un nouvel organisme, aussi bien que de chacun de ses éléments constitutifs (E), et précisément comme conséquence même de la régénération de fond en comble de ceux-ci.

Cette reformation totale, sans préformation des parties comme du tout, a lieu suivant un plan qui reste le même aussi loin que nous puissions remonter dans le passé organique et historique ; mais ce plan oscille considérablement pendant toute la durée de cette formation ; les limites de l'arc d'oscillation sont représentées par les monstruosités non viables, d'une part, et de l'autre par la mort individuelle, par la cessation de la nutrition, qui met fin à toute croissance comme à toute formation.

Quant à la constitution et au maintien de ce plan, il faut en cher-

cher les raisons d'être dans la constitution et les mouvements moléculaires des principes immédiats composant le vitellus et les spermatozoïdes, en tenant compte de l'état antérieur par lequel ont passé leurs molécules, comme on le fait sous ces divers rapports lorsqu'on étudie les conditions du maintien et de la variation des formes cristallines, dans les cas de recomposition successive des composants de tels ou tels sels, par exemple, soumis à des ségrégations moléculaires diverses.

Genèse du pronucléus; individualisation graduelle de celui-ci et du vitellus en cellules se groupant au fur et à mesure en feuillets distincts ; délimitation de ces cellules par groupes en systèmes ou en organes, avec genèse simultanée, mais graduelle, des éléments fondamentaux du tissu correspondant, comme il vient d'être dit (A) : telle est la succession des phases génétiques générales. Entre la genèse de l'*élément fondamental* et la délimitation du système ou de l'organe, que le premier constitue essentiellement, s'intercale graduellement aussi la genèse des *éléments anatomiques accessoires* (capillaires, etc.) compliquant l'arrangement réciproque des premiers, la texture du tissu, restée simple jusque-là.

Notons de suite que, dans le cas où, après la fécondation, c'est par gemmation que le vitellus s'individualise en cellules, au lieu de la genèse d'un pronucléus se segmentant graduellement ensuite (A), on observe d'une manière immédiate la genèse d'autant de noyaux qu'il y a de gemmes se détachant à l'état de cellules. Il résulte de là que sur ces animaux (insectes, araignées) on a ici les cellules groupées d'une manière immédiate en feuillets blastodermiques, alors que sur les autres animaux les dispositions homologues ne se manifestent que comme la terminaison d'une succession de phases antécédentes. Quant à la délimitation des systèmes et des organes (E), elle a lieu ensuite comme dans les autres embryons. Mais notons expressément que ces faits prouvent bien ce qui suit : les noyaux des cellules blastodermiques des vertébrés, etc., pour être dérivés du *pronucléus* par segmentation progressive de celui-ci et de ses subdivisions, grossissant progressivement aussi, ne repré-

sentent pas moins des noyaux nés par genèse que ne le fait le pronucléus leur générateur, et que ne le font les noyaux leurs homologues, nés chacun individuellement par genèse, dans les gemmes vitellines des insectes.

Au moment de sa naissance, sur l'individu qui le porte, l'ovule, femelle ou mâle, a déjà, en volume et en poids, acquis par assimilation plus de substance propre qu'il n'en tient de sa mère, si tant est que son corps cellulaire ou vitellus conserve une continuité matérielle avec celle-ci à cet égard (D). Il en est à plus forte raison ainsi lorsqu'il arrive à maturité. En admettant cette continuité matérielle et tenant compte de la division de la matière à l'infini, on pourrait dire que le nouvel embryon conserve toujours quelques molécules de la substance de ses antécédents originels, soit maternel, par le vitellus, soit paternel, par les spermatozoïdes, et spécialement par le *pronucléus* apparu par genèse après la fécondation ; d'ou l'hérédité et l'atavisme, en admettant de la part de ces molécules une influence analogue à celle qu'exerce un cristal de tel ou tel type sur le type des cristaux se produisant à son contact dans une solution sursaturée. Mais, même en admettant cette continuité de substance, qui n'est pas prouvée (D), il n'y a pas là une préformation ou préexistence de toutes pièces. Cette préexistence serait seulement et partiellement moléculaire, puisqu'à chaque fécondation ovulaire il y a reconstitution de toutes pièces des éléments, comme de tout nouvel être, y compris l'ovule ovarique ou femelle d'une part, testiculaire ou mâle de l'autre, au moins en ce qui touche le noyau pour ceux-ci.

Les données de l'observation qui précèdent, nous permettent de voir nettement que la génération des éléments anatomiques, et par suite des organismes complexes, est une genèse et la formation d'une chose qui n'existait pas. C'est, ainsi qu'on vient de le voir, autre chose qu'un simple accroissement ou développement. Dire avec quelques naturalistes que l'*embryon se forme peu à peu par une différenciation progressive* est donc formuler une erreur, par suite d'une perversion injustifiable du sens des mots. Dans son acception originelle ou newtonienne, le terme

différenciation exprime la *détermination des limites du rapport qui existe* entre deux ou plusieurs *choses différentes et variables*. C'est l'action de différencier, de prendre une différence. Hors de là, il signifie l'*accroissement* ou le décroissement d'une quantité par *addition* ou soustraction d'autres quantités ou parties, infiniment petites ou non. Ce n'est donc pas la différenciation qui forme, c'est elle qui est le résultat d'une formation, d'une addition ou d'une soustraction.

L'accroissement suppose en effet une quantité préexistante. Or l'ovule, même fécondé, est un élément anatomique; c'est une quantité, mais ce n'est pas l'embryon.

Si l'on veut faire signifier au terme *différenciation* l'action d'établir une différence entre deux choses, il faut dire en quoi consiste cette action. C'est alors seulement qu'enlevant au mot différenciation le sens qu'il a dans les mathématiques, s'adressant à ce qui est moléculaire, invisible et abstrait, on pourrait l'importer dans les sciences concrètes.

C'est ainsi que, dans le cas où un chimiste imaginerait de dire qu'il y a différenciation dans le passage d'un corps d'un état à un autre, de l'état de liquide à l'état solide et visible, par cristallisation ou par coagulation, il ne le ferait qu'en supposant sous-entendu ce que l'on sait des actions physico-chimiques caractérisant ce changement d'état, changement qui n'est ni une addition ni une soustraction. Or, dans la génération des éléments anatomiques, il y a genèse de substances ayant masse et configuration, ce qui est autre chose et plus que la cristallisation et la coagulation, puisqu'il y a là formation de principes immédiats, de composés chimiques dont les composants seuls existaient ici à l'état invisible ; ce qui est autre chose encore que l'accroissement, puisque celui-ci résulte de cette formation, et le décroissement de l'action inverse. Cette action une fois connue, mais à cette condition seule, on peut dire, en biologie comme en mathématiques, que la *différence* d'une partie variable quelconque, est le changement que cette partie éprouve en passant d'un état à l'état voisin. Ce qui de l'ovule fait un embryon, c'est précisément la genèse ou formation, l'appariton de

choses qui n'existaient pas : savoir le pronucléus d'abord, suivi de sa segmentation, et celle du vitellus. L'accroissement de l'un et de l'autre par addition de molécules assimilées ne se manifeste même qu'ensuite.

Subordonné lui-même à la *nutrition*, à la rénovation moléculaire continue, le fait génétique prime tout ici ; et aussi bien pour les éléments anatomiques que pour les tissus et les organes, leur formation, leur apparition n'est pas un simple accroissement d'une chose qu'il faudrait supposer à la fois préformée et moléculairement préexistante, passant à un état différent par quantités insensibles.

L'accroissement, le développement seul, du tout comme des parties, se manifeste par une différenciation, mais la formation des éléments qui composent le tout est autre chose ; et de même pour la formation du nucléole, des granules divers, etc., dans l'intimité de chaque cellule : c'est un acte génétique, et la différenciation ne se manifeste que par celui-ci et comme conséquence.

Ainsi l'apparition d'une chose qui n'existait pas, qui n'avait ni forme ni masse jusque-là, n'est pas une différenciation. Celle-ci ne peut survenir que lorsque la formation a eu lieu. Le développement seul est une différenciation progressive, qui même n'est qu'un résultat de *formations*, un effet obtenu par *genèse* de choses qui n'existaient pas ; car il ne faut pas oublier ici que ceux qui disent de l'embryon qu'il se forme par différenciation, sans *génération*, ne parlent jamais de la nutrition comme moléculairement formatrice de principes immédiats dans l'intimité de chaque élément : nutrition pourtant qui est la condition essentielle d'accomplissement de tout acte évolutif et génétique chez quelque élément que ce soit.

Tout ainsi, dans l'organisme comme dans ses parties, se trouve subordonné à la composition immédiate, à sa constitution moléculaire. Ces données nous font comprendre la raison d'être de ce fait : que trois ordres de caractères nous permettent de déterminer, dans tous les cas qui peuvent se présenter, la nature soit animale, soit végétale d'un corps quelconque. Ce sont : 1° ceux qui concernent leur composition immédiate par tels ou

tels principes, et que nous décèlent les réactifs chimiques; 2° ceux qui concernent leur constitution organique structurale mise en évidence par l'observation directe ou aidée par les divers procédés d'analyse anatomique; 3° ceux enfin qui sont tirés de leur manière de naître et de se développer dans le temps et dans l'espace : et ce sont là, comme on le voit, trois ordres de notions subordonnées à ce point les unes aux autres, qu'en fait elles forment un tout indissoluble.

L'un des exemples les plus frappants que l'on puisse citer à l'appui de ce fait, peut même être emprunté à l'étude d'éléments anatomiques autres que les cellules. C'est ainsi que les auteurs qui, en histologie, ne voient rien en dehors des dispositions morphologiques extérieures, fixées, exagérées, ou même obtenues artificiellement par les coagulations durcissantes, trompés par elles autant que par l'absence de méthode scientifique, confondent la substance amorphe cérébro-spinale (*substance fondamentale grenue de Henle*, 1840) avec le tissu cellulaire, et les assimilent de fait et de nom. Or, ils le font : 1° malgré les différences d'origine embryonnaire de ces parties, la première étant de provenance ectodermique, alors que partout le tissu cellulaire est d'origine mésodermique, et malgré aussi les différences de genèse individuelle et de croissance ultérieure de ces deux sortes d'éléments ; 2° ils le font malgré les différences dans la texture existant entre les deux tissus qu'ils constituent partiellement, et celles que démontrent les réactions alternatives de l'acide acétique et des alcalis, de l'acide azotique surtout, dissemblances que le contact de la pie-mère avec la substance grise permet d'observer simultanément ; 3° enfin, chose plus étrange encore s'il est possible, ils le font quoique le caractère chimique essentiel du tissu cellulaire soit de se résoudre en *gélatine* par la coction, tandis que la substance grise, si riche en matière amorphe, se coagule et se durcit alors sans grand retrait ni racornissement, et surtout sans donner de *gélatine*, sauf des traces provenant des parois vasculaires. Inutile par conséquent d'insister sur les différences si tranchées que présentent la pie-mère et les circonvolutions

ou la moelle épinière, sous le rapport de la rapidité et de la nature de leur putréfaction. Etre plus superficiel serait difficile.

Ces notions nous montrent que le problème de la distinction entre les animaux et les plantes unicellulaires ou protozoaires et protophytes reste, pour ces êtres à vie indépendante, le même que lorsqu'il s'agit par exemple de distinguer une cellule du tissu cellulaire de l'homme de celles du tissu homonyme du chêne. En abordant par là même la solution du problème, et poursuivant, par l'emploi des moyens qui viennent d'être rappelés, l'étude des caractères distinctifs de ces deux sortes de cellules, jusqu'à ce qu'on soit descendu jusqu'aux organismes indépendants les plus simples, on retrouve leurs différences aussi nettement sur ces derniers que sur les cellules prises dans les tissus des animaux et des plantes les plus complexes. Les moyens à employer sont du même ordre, et le plus souvent absolument les mêmes. Les résultats sont précis à ce point qu'il est possible de distinguer les spermatozoïdes, les spores et les zoospores des cryptogames des éléments anatomiques homologues des animaux, et cela au même titre que toute autre espèce des cellules du végétal dont dérivent ces éléments reproducteurs peut être reconnue différente des cellules d'un animal. Ceux-là seuls qui n'ont pas poursuivi ces observations comparatives dans le plus grand nombre de cas possibles, peuvent en revenir à vouloir faire, comme Bory de Saint-Vincent (1824), un règne qui contiendrait des êtres dont chacun, suivant l'expression de Buffon (*Hist. nat. des animaux*, Paris, 1749, in-4°, t. II, p. 9), serait en même temps *le dernier des animaux et la première des plantes.* Il est facile de comprendre du reste que si, entre les animaux et les végétaux unicellulaires, entre les spermatozoïdes des cryptogames et ceux des animaux, il n'y avait pas les différences qu'on découvre en eux en les comparant, on n'en discernerait pas davantage entre les cellules des tissus cellulaires des vertébrés et des phanérogames, dont alors les éléments, au lieu d'être simplement homologues, seraient identiques. Tout organisme unicellulaire aussi simple qu'un autre, mais pourvu de caractères définitifs que n'a pas encore ce dernier, arrivant toujours à en

produire un semblable ou à produire, en se développant, des caractères qui sont plus nettement encore ceux des cellules végétales, et jamais à produire autre chose ; là est ce qui le fait ce qu'il est en tant que plante, et réciproquement s'il s'agit d'un rhizopode ou d'un infusoire.

C'est par-dessus tout, en ces questions élémentaires fondamentales et dominantes, que la méthode et l'observation répétée doivent avoir donné d'abord le sentiment de la nature réelle des objets et des actes, sentiment qui constitue ce qui est le caractère dans l'homme de science, parce que c'est lui qui donne à ses productions leur esprit scientifique.

Ces données font encore saisir comment cette étude de la *naissance des éléments anatomiques domine l'histologie*, et la fait comprendre, aussi bien qu'elle le fait pour la manière dont apparaît chaque système d'organes et chaque appareil, et par suite l'organisme entier ; comment enfin ces mêmes phases génétiques se retrouvent lors de la régénération des diverses parties du corps après leur ablation. Comme exemple à l'appui de ce qui précède, on peut citer le suivant. C'est que la manière dont l'ovaire et le testicule apparaissent dans l'embryon avant tous les autres parenchymes, la manière dont naissent en eux, avant tout, tous les ovules qui existeront jamais (qu'ils soient ou non ultérieurement le siége des phénomènes de l'ovulation), constituent autant de faits qui montrent à quel point est grande l'erreur de ceux qui, malgré ces données caractéristiques, continuent à les considérer comme des glandes, à les classer parmi les parenchymes glandulaires ou sécréteurs ; de ceux encore qui par suite appellent *sécrétion* aussi bien l'*ovulation* de ces ovules existant déjà depuis des années que l'individualisation des spermatozoïdes, à l'aide et aux dépens de la substance des *cellules séminifères* ou *ovules mâles*, tapissant ou remplissant les canalicules testiculaires.

Ces données font également saisir à quel degré d'infériorité s'arrêtent les connaissances anatomiques et physiologiques des médecins, qui, faute d'en tenir compte, appellent *corpuscules ou éléments lymphoïdes* les épithéliums des glandes lymphatiques,

dont ils nient la nature épithéliale, malgré les similitudes de leurs caractères anatomiques et évolutifs normaux et accidentels à côté de ceux de nombre d'autres glandes, telles que la rate, le thymus, les amygdales, les glandes de Peyer, les glandes en grappe de la pituitaire, etc. (V. Ch. Robin., *Dict. encyclopédique des sciences médicales*, 1867, art. *Leucocyte*, pp. 253 et 267, et *Lymphatique*, p. 427.) Du reste, l'histoire de la science est là pour nous montrer que le suffixe *oïde*, comme le préfixe *pseudo*, ne font qu'indiquer l'indétermination du savoir sur la nature réelle des objets chez ceux qui se plaisent à les employer.

Il est un fait qui donne à l'étude de la génération, à l'embryogénie, un caractère tout spécial comparativement aux autres branches de la physiologie, de la dynamique biologique. Il consiste en ce que l'acte, le mouvement moléculaire, d'où résulte l'apparition d'une partie qui n'existait pas, coexiste avec l'apparition de modifications de la forme, des dimensions et de la structure de cette partie.

La morphologie marche ici de front avec la dynamique formatrice et évolutrice, avant même que se manifestent dans les éléments et les tissus les propriétés spécifiques, telles que la ténacité, l'élasticité, la contractilité, la névrilité, qui les amènent à remplir tel ou tel rôle défini : propriétés dont l'étude particulière constitue ensuite pour la physiologie autant de branches distinctes. Mais il n'en résulte pas moins que l'étude du mouvement générateur et évolutif des parties organiques, tant simple que composé, forme aussi une des branches de la physiologie, et que l'embryogénie n'est pas de l'anatomie, contrairement à ce que disent encore quelques auteurs.

NOTE

SUR LES

IRRÉGULARITÉS DU RACHIS DES ÉQUIDÉS

Par André SANSON

Professeur de zoologie et zootechnie à l'École nationale de Grignon
et à l'Institut national agronomique.

A plusieurs reprises, l'attention a été appelée sur les irrégularités qui se présentent dans le rachis de certains chevaux. Ces irrégularités, portant, soit sur le nombre, soit sur la forme des vertèbres qui le composent, sont généralement considérées comme des *anomalies* par les purs anatomistes. Je crois avoir établi depuis longtemps, ici même, qu'elles doivent être envisagées tout autrement. Je pense d'ailleurs que le terme n'est point scientifique. Il ne sert qu'à masquer notre ignorance de la loi naturelle dont dépendent les faits auxquels on l'applique. « Je me suis élevé, il y a longtemps, dit M. Chevreul (1), en parlant du célèbre Bergmann, contre l'usage du mot *anomalie* dont il s'est servi pour désigner des cas d'*affinité chimique* qui ne s'accordaient pas avec ce qu'il avait donné comme des exemples de l'*affinité chimique* dite *élective*. Avec la conviction que j'avais déjà qu'*anomalie* est un mot impropre en matière de science, dont l'équivalent véritable est notre *ignorance*, le temps, loin de changer mon opinion, l'a confirmée : effectivement, quand une proposition a été établie comme *loi de la nature,* si des faits surviennent et la contredisent, la vérité exige qu'elle soit réformée, ou au moins modifiée, si la proposition n'est pas entièrement erronée. »

Étant admis que tout phénomène obéit à sa loi, qu'il a son

(1) *Journal des savants,* juin 1877. Article sur le Jardin fruitier du Muséum.

déterminisme propre, selon la belle conception de Claude Bernard, il est évident que nous avons autre chose à faire, en présence de faits irréguliers comme ceux dont il s'agit ici, que de les classer dans la catégorie des prétendues anomalies et de passer outre.

Il est connu, depuis la publication de mon *Mémoire sur la nouvelle détermination d'un type spécifique de race chevaline à cinq vertèbres lombaires* (1), que, dans le groupe naturel des équidés caballins (ancienne espèce *E. caballus* des zoologistes), le rachis se présente sous deux types. On sait que, dans la série des vertébrés mammifères, la tige vertébrale se divise en quatre régions dont les pièces se distinguent par des caractères morphologiques spéciaux, relatifs à leurs appendices. Il y a les vertèbres cervicales, les dorsales, les lombaires et les sacrées. A cet égard, les deux types rachidiens, chez les équidés caballins, ont les formules suivantes : 1° $7 + 18 + 6 + 5 = 36$; 2° $7 + 18 + 5 + 5 = 35$.

La seconde de ces deux formules a toujours été reconnue comme étant celle des équidés asiniens (ancienne espèce *E. asinus* des zoologistes). Dans l'état actuel de la science, parmi les huit espèces chevalines naturelles, déterminées par leurs caractères crâniologiques différentiels, et se reproduisant toujours identiques dans leur race pure, ou se manifestant infailliblement par réversion après croisement, sept appartiennent au premier type rachidien, une seule au second. Cette dernière espèce est celle que nous avons nommée *E. c. africanus*, dont l'aire géographique naturelle est voisine de celle de *E. c. asiaticus*. Les deux espèces, qui sont toutes deux orientales, avaient été confondues sous le nom vulgaire de cheval arabe.

Une telle confusion, on le comprend bien, a eu pour conséquence nécessaire de fréquents croisements entre les deux espèces, dans tous les pays qu'elles habitent ensemble, et notamment en Orient. Aussi est-il rare maintenant de rencontrer

(1) *Journ. de l'anat. et de la phys.* N° de mai 1868.

des sujets tout à fait purs de l'un ou de l'autre type. En étudiant l'une quelconque de leurs variétés, on y trouve souvent un mélange en proportions diverses de leurs caractères. Ils sont brachycéphales tous les deux, mais leurs formes faciales sont nettement différentes. Le front, par exemple, est plat chez l'asiatique, avec l'arcade orbitaire saillante, et le lacrymal est déprimé; chez l'africain, le front est bombé, l'arcade orbitaire effacée, et le lacrymal curviligne. Chez le cheval anglais de course, formé par l'introduction en Angleterre d'étalons orientaux, le mélange de ces formes faciales se montre fréquemment par les effets de l'atavisme. Il arrive que le sujet hérite de l'un ou de plusieurs des os de la face d'un de ses types naturels ascendants, en même temps que d'un ou de plusieurs de ceux de l'autre.

Mais, en ce qui concerne les parties du squelette où la différence porte sur le nombre des pièces composantes, comme c'est le cas pour le rachis, les phénomènes de l'hérédité croisée ne peuvent plus se manifester de la même façon. Ainsi que je l'ai établi dans le chapitre de mon *Traité de zootechnie* (2e édition, t. II, chap. 1), consacré à l'étude des lois de l'hérédité, trois cas seulement peuvent se présenter : ou c'est l'un ou c'est l'autre des deux types qui se reproduit nettement, ou bien il y a conflit entre les deux, et conséquemment irrégularité dans les formes rachidiennes. Les irrégularités varient, on peut le dire, à l'infini. Dans le mémoire cité plus haut, j'en ai signalé plusieurs sortes déjà observées. Depuis, d'autres sont venues s'y ajouter et ont été publiées, se rapportant toujours à des sujets croisés et ayant des ancêtres orientaux. Aujourd'hui, je suis en mesure d'en faire connaître un nouveau cas, remarquable à la fois par ses caractères propres et par la célébrité du sujet qui l'a présenté. Il m'a été communiqué par la lettre suivante, qu'il convient de reproduire textuellement :

Le Pin, 9 juin 1878.

Monsieur et très-honoré confrère,

J'ai l'honneur de porter à votre connaissance une observation que j'ai relevée, et qui se rattache à une série de faits auxquels le premier vous avez

attribué une signification physiologique et zoologique. Cette observation a trait au squelette d'un cheval oriental bien connu, *Émir*, dont il est question dans votre *Traité de zootechnie*, et pour cette raison j'ai pensé qu'il vous serait agréable d'en être informé.

L'étalon dont il s'agit a été abattu pour cause de vieillesse, et j'ai été chargé d'en préparer le squelette pour le conserver.

La colonne vertébrale est le siége de particularités intéressantes, bien qu'elles se soient déjà présentées. Les régions qui la forment n'ont pas toutes le nombre de vertèbres indiqué comme normal. La région cervicale possède ses sept os, mais la région dorsale n'en présente que dix-sept, et ne donne par conséquent appui qu'à trente-quatre côtes. La région lombaire est formée des six vertèbres classiques, mais les deux dernières sont soudées par tout le bord de leurs apophyses transverses, et incomplétement par leur corps. La région sacrée a une pièce de plus : elle se compose de six vertèbres bien caractérisées et parfaitement distinctes, ayant leurs apophyses épineuses bien détachées au sommet, mais soudées en partie dans leur longueur, à l'exception de la première et de la dernière, libres dans presque toute leur étendue.

Si le cas n'est pas neuf, il se rapporte tout au moins à un ordre d'idées assez élevé, que vous avez mis en lumière, et dont vous avez fait ressortir souvent l'importance. L'extrême bienveillance que vous m'avez témoignée me fait espérer que ma note sera bien accueillie par vous.

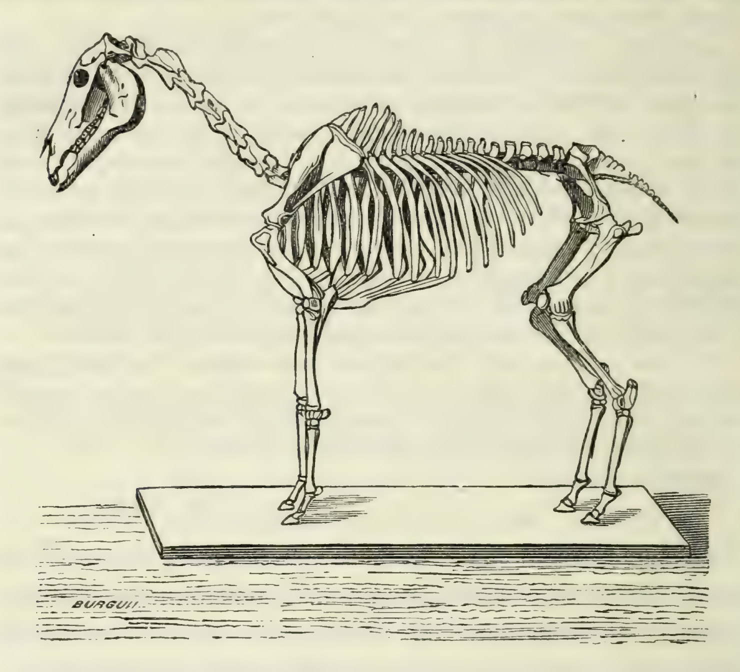
Daignez agréer, etc.

Ch. Trelut.

Le jeune auteur de cette note est chargé de donner, aux élèves de l'École des haras, des notions élémentaires de zoologie générale, et particulièrement d'anatomie et de physiologie du cheval. Dans la dernière semaine du mois de mai de cette année, visitant l'établissement du Pin avec nos élèves de l'École de Grignon, nous avons eu l'occasion d'examiner le squelette d'*Emir* monté par lui, et qu'il a eu l'obligeance de nous montrer. Je puis par conséquent confirmer la complète exactitude de sa description, à laquelle j'ajouterai qu'au point de vue crâniologique, ce squelette ne reproduit purement ni le type asiatique ni le type africain dont il a été question plus haut, pour la raison qu'il participe à la fois des deux. Ses frontaux ne sont point complétement plats ni ses sus-naseaux tout à fait rectilignes. Remarquons en passant que M. Trelut nous a montré, dans les écuries de l'école, plusieurs jeunes chevaux dits de pur sang anglais présentant le front bombé du type africain.

Avant de discuter la signification du cas de l'étalon *Emir*, il est bon de rappeler l'origine de cet étalon. Il avait été acheté,

vers l'an 1860, par Abd-el-Kader dans les environs de Damas, et envoyé en cadeau à Napoléon III avec un autre du nom de *Moor*. Nous les avons vus tous deux alors au dépôt d'étalons du bois de Boulogne. *Emir* fut ensuite placé au dépôt de Pau, pour y



faire la monte, et *Moor* à celui d'Aurillac, où je l'ai revu en 1868. Ils étaient l'un et l'autre fort beaux. Abd-el-Kader passait en effet pour un grand connaisseur en chevaux. Il avait choisi ces deux étalons à cause sans doute de la beauté des lignes de leur corps et de la solidité de leurs membres, parmi la population chevaline qui l'entourait, et dans laquelle, comme nous le savons, les invasions armées ont depuis bien longtemps fait opérer des croisements inconscients entre les deux types orientaux. Les Arabes qui, dans la reproduction de leurs chevaux, attachent une très-grande importance à la généalogie, par les mères surtout, au point de vue de ce que nous pouvons bien appeler les qualités morales, ne se sont évidemment jamais préoccupés des distinctions spécifiques que nous établissons maintenant par la crâniologie. C'est pourquoi les irrégularités

comme celle que nous examinons se sont toujours présentées jusqu'à présent, à ma connaissance, sur des sujets d'origine orientale, directe ou indirecte.

On constatera d'abord que, dans le squelette d'*Emir*, le nombre total des pièces du rachis est de 36. Ce nombre est celui de l'un des deux types naturels. L'irrégularité porte sur leur répartition entre les quatre régions. Il y en a une de moins dans la région dorsale et une de plus dans la région sacrée. La dernière dorsale, qui normalement ne diffère guère de la première lombaire que par la forme de l'appendice transverse, disposé en côte articulée, est devenue lombaire par l'absence d'articulation de cet appendice, par son redressement horizontal et son aplatissement. L'analogie, avec la côte, de l'apophyse transverse appelée aussi costiforme de la vertèbre lombaire, explique facilement les modifications de ce genre, qui sont très-fréquentes. Le plus souvent cette apophyse prend, dans la première lombaire, chez les sujets d'origine orientale, au moins par l'un de leurs ascendants, la forme et la direction des dernières côtes asternales. Inversement, il n'est pas surprenant que la dernière dorsale, dans le cas de génération troublée par le croisement de deux types aussi éloignés dans leur série, forme des appendices transverses de lombaire au lieu de côtes asternales.

Les six lombaires d'*Emir* se présentent avec les formes normales du type naturel à 36 vertèbres. La soudure des deux dernières est un phénomène sénile très-commun dans ce type. Il se produit par l'ossification de leurs articulations normales.

La vertèbre qui aurait dû être la dernière lombaire, la sixième, est devenue la première sacrée, non-seulement par son articulation avec l'ilium, mais encore par la direction de son apophyse épineuse. Celle-ci, dans la vraie lombaire, est oblique de bas en haut et d'arrière en avant, comme celle qui la précède du reste. L'apophyse épineuse de la première sacrée, au contraire, est oblique en sens inverse ; de telle sorte qu'il y a entre la dernière lombaire et la première sacrée un espace triangulaire à base supérieure, marquant nettement la séparation entre les deux régions du rachis. Chez *Emir*, la première sacrée a bien tous

ces caractères ; mais, ainsi qu'on l'a vu, elle n'est point soudée avec la suivante, comme dans l'état normal. Il en est ainsi de la dernière, qui, dans le cas, est sixième au lieu d'être cinquième.

On voit donc, en définitive, que le squelette d'*Emir* ne s'écarte point fondamentalement des types naturels, et que les particularités qu'il présente ne pourraient être à aucun degré qualifiées d'anomalies, encore bien que le mot fût scientifiquement acceptable. Ce squelette se rattache, par le nombre des pièces de son rachis, à l'un des deux types orientaux connus, au type à 36 vertèbres. Il n'en diffère que par les formes de la vingt-cinquième et celles de la trente et unième, dont l'une présente celles de la première lombaire au lieu de celles de la dernière dorsale, et l'autre les formes de la première sacrée au lieu de celles de la dernière lombaire. La répartition seule des vertèbres entre les deux portions de la tige dorso-lombaire est irrégulière. Il s'agit là simplement de modifications accessoires dans l'évolution vertébrale. Les faits antérieurs ne permettent pas d'attribuer ces modifications à autre chose qu'au trouble d'hérédité naturelle ou au conflit résultant du rapprochement effectué entre le type à 36 et le type à 35 vertèbres.

J'ai expérimentalement obtenu un résultat analogue en accouplant, il y a quelques années, un sanglier avec une truie de race celtique, dont les différences rachidiennes sont semblables. Le loisir m'a manqué jusqu'à présent pour publier les détails de l'expérience, intéressants à plusieurs autres égards. Je les communiquerai ultérieurement.

RECHERCHES

SUR

LE DÉVELOPPEMENT DES ARAIGNÉES

(*Communication préliminaire*)

Par le Docteur J. BARROIS

PLANCHES ~~XIV ET XV.~~ XXXIV.

Mes recherches sur le développement des araignées ont été entreprises chez diverses espèces : la tegenaria domestica, les lycoses, différentes espèces indéterminées, et surtout l'Epeira diadema, étudiée par Hérold. Comme but, je me suis surtout proposé de suivre à l'aide de coupes l'arrangement des feuillets et les phénomènes de développement interne, qui n'ont jamais été étudiés chez ce groupe d'animaux; mes études m'ont amené à modifier quelques-unes des vues jusqu'ici admises sur le développement externe : je donnerai ces résultats en même temps que les autres. Mon moyen de recherche a été l'observation soit des œufs frais ou légèrement chauffés, soit des œufs colorés par le bichromate de potasse et l'acide osmique, durcis par l'alcool, et éclaircis par l'essence de girofle; on arrive, par ce dernier moyen, à voir beaucoup mieux les différentes parties. Pour les coupes, je me suis surtout servi du microtome de Leyser, aujourd'hui presque partout employé en Allemagne, et que je dois à l'obligeance du professeur Leuckart, auquel je suis heureux d'adresser ici mes remercîments.

Avant d'aborder le sujet de mon travail, je dirai quelques mots sur la formation du blastoderme.

Depuis le travail de Balbiani, Ludwig a fait paraître un

mémoire très-complet sur cette question ; je me rallie à la plupart des résultats de cet auteur, mais il reste quelques observations que je dois présenter. Ludwig a préteudu que la couche granuleuse placée par Balbiani à la surface du vitellus (couche plastique de Balbiani) appartenait en réalité à la membrane vitelline : je dois me déclarer contre cette assertion. J'ai en effet trouvé sur la membrane vitelline une couche spéciale, qui n'a pas été décrite par Balbiani, et à laquelle est due, comme le dit Ludwig, le réseau qu'on observe à la surface de l'œuf : elle n'est pas formée d'une couche continue de globules juxtaposés, mais seulement de globules disposés en lignes qui s'entre-croisent pour former un espèce de réseau dans les mailles duquel la membrane vitelline se trouve à nu ; le tout apparaît de la manière la plus nette dans les œufs d'Epeira diadema traités par le nitrate d'argent. Indépendamment de cette couche réticulée, je distingue encore, comme Balbiani, les globules formateurs des cellules du blastoderme ; ils acquièrent parfois de fortes dimensions et présentent une grande régularité ; on ne peut méconnaître leur identité avec les éléments décrits par Balbiani quand on observe des œufs de tegenaria domestica.

Je considère donc la description donnée par Balbiani des granules de la couche plastique comme parfaitement exacte, et suis d'avis que cet observateur a rendu un service en attirant l'attention sur les caractères fortement granuleux du protoplasme chez les araignées ; mais je me rallie plutôt à Ludwig pour la distribution de ces éléments protoplasmiques ; je ne les ai jamais vus former une couche continue à la surface de l'œuf, ni se diviser en champs germinatifs ; mais je les vois constamment apparaître sous forme de traînées entre les globules vitellins de la surface. Les *deutoplasma saulen* de Ludwig se retrouvent la plupart du temps sans difficulté ; mais je n'ai pu les revoir chez toutes les espèces, ce qui, sans porter atteinte à la description donnée par Ludwig, me porte à douter de l'absolue nécessité d'une distribution régulière des masses de deutoplasme : il suffirait d'admettre chez certaines espèces une con-

densation plus grande de l'embryogénie, de façon à arriver à une répartition semblable du protoplasme, mais sans fusion aussi complète des masses de deutoplasme en *deutoplasma saulen*, ce qui ramènerait les caractères essentiels de la formation du blastoderme au caractère fortement granuleux du protoplasme et à son apparition première entre les globules vitellins de la surface.

Ceci posé, passons à la formation de l'embryon.

Le premier des observateurs qui se soit occupé sérieusement de ce sujet, Hérold, n'avait pas été jusqu'à la formation de la bandelette embryonnaire ventrale; il avait seulement décrit l'épaississement du blastoderme, puis était passé sans aucune transition au stade de la jeune araignée enroulée dans l'œuf: il laissait subsister une lacune énorme.

Claparède combla en partie cette lacune, et augmenta de beaucoup nos connaissances sur ce sujet, en décrivant l'évolution de la bande embryonnaire, sa division ultérieure en bourrelets ventraux, et sa segmentation en zonites de trois sortes : thoraciques, abdominaux et postabdominaux; néanmoins, il ne vit encore qu'une moitié des phénomènes : sa description laisse subsister entre le dernier stade des bandes embryonnaires et la jeune araignée une deuxième série de phénomènes importauts qui sont jusqu'ici restés inconnus.

Dans ce qui va suivre, je deviserai le sujet en trois parties :

1° Le stade des bandes embryonnaires bien décrit par Claparède, et où je ne ferai qu'ajouter des notes complémentaires; 2° le stade limuloïde, encore inconnu, et que j'aurai à décrire d'une manière complète; 3° le stade de la jeune araignée enroulée dans l'œuf, déjà assez bien étudié par Hérold, mais que nous aurons à revoir au point de vue des feuillets.

I. — Bande embryonnaire.

Si l'on fait une coupe de l'œuf à ce stade, on voit que les bourrelets ventraux de Claparède sont en réalité composés de deux feuillets : 1° l'externe simple, qui s'étend sur toute la

surface de l'œuf; et le moyen, disposé en deux cordons, formés de plusieurs rangs de cellules embryonnaires : ces cordons correspondent exactement aux bourrelets ventraux, et je leur réserve le nom de *bandes germinatives*. Ces bandes germinatives existent sur toute la longueur de l'œuf; elles dérivent de la scission d'une bande mésodermique primitivement continue, mais ne présentent pas partout la même disposition : dans la région abdominale, elles sont minces et peu étendues; dans la future région thoracique, au contraire, elles sont beaucoup plus grosses, et commencent à montrer une division en partie centrale (les bandes nerveuses) encore adhérente au feuillet externe, et partie périphérique, purement mésodermique. En avant, les deux bandes germinatives se rendent à deux saillies de forme circulaire, prolongements directs de leur partie nerveuse, et qui formeront les lobes cérébraux: ce sont les représentants des lobes procéphaliques de Claparède et d'Huxley (scheitelplatten des Allemands). Ces lobes sont limités en dedans et en haut par un sillon bordé de tous côtés par une crête saillante due à un épaississement des cellules du blastoderme; cette crête forme entre eux une languette saillante, sans doute le représentant de la lèvre supérieure (vorderkopf des Allemands), et ensuite se prolonge de chaque côté en deux épaississements semi-circulaires qui entourent les lobes céphaliques du côté externe. Le fond de la languette qui représente la lèvre supérieure, présente un enfoncement de son sillon médian qui indique le début de l'invagination de l'œsophage, et constitue la bouche. Nous voyons que la structure de la région céphalique est bien plus complexe que ne l'avait cru Claparède, et que l'on peut y retrouver toutes les parties constitutives de la tête des arthropodes: son aspect présente de frappantes analogies avec ce que Metschnikoff a décrit chez les scorpions; la lèvre inférieure ne paraît se former qu'un peu plus tard, et indépendamment de la portion céphalique, aux dépens d'un épaississement médian du mésoderme, placé entre le premier point de soudure des deux bandes nerveuses au-dessous de l'œsophage. (Voy. fig. 2 et 3 I.)

En ce qui concerne le nombre des zonites de la bande embryonnaire, j'en ai rencontré, du moins chez l'Epeira diadema, un nombre supérieur à celui de Claparède : le nombre de segments qui suivent les six thoraciques, m'a paru s'élever en général à dix (y compris le capuchon anal) : les quatre premiers sont plus développés et portent constamment des rudiments de membres : tous les autres m'ont toujours semblé dépourvus d'appendices.

Outre le rudiment de membre, ou l'espace vide qui le remplace et qui forme la partie médiane, directement superposée à la bande germinative de chacun des segments, tous les zonites de l'abdomen présentent toujours, vers les derniers temps de stade de la bande embryonnaire, deux parties latérales, une plaque sternale et une plaque tergale, formées par des cellules épaissies du blastoderme, au-dessous desquelles le mésoderme des bandes germinatives a commencé à s'étaler en une couche mince. Les tergaux sont toujours parfaitement visibles, et ont une largeur plus grande dans les quatre segments abdominaux antérieurs; les sternaux se présentent dans les segments postérieurs, sous forme de plaques minces et allongées, parfaitement distinctes, et qu'on prendrait aisément pour des rudiments de membres, comme cela est sans doute arrivé à Claparède, si l'on ne faisait la plus grande attention à leur position; en réalité, les six segments postérieurs m'ont toujours semblé dépourvus d'appendices, leur partie médiane, superposée à la bande germinative, n'étant occupée que par une ligne plus pâle.

Cette apparition des arcs sternaux et tergaux nous montre qu'à ce stade, les bourrelets ventraux ne tendent pas à s'effacer, comme le dit Claparède, mais qu'ils sont au contraire dans une voie progressive; nous voyons de plus que la formation d'appendices n'est pas irrégulière et variable suivant les espèces, mais qu'elle est constamment limitée aux quatre premiers zonites.

II. — Stade limuloïde.

Pour Claparède, tout le passage de l'état de bande embryonnaire à l'état de jeune araignée enroulée dans l'œuf, se réduit à une translation des bourrelets ventraux vers la région dorsale ; ce déplacement détermine à son tour un rapprochement vers la région ventrale des deux extrémités de l'embryon, et produit ainsi son enroulement à mesure que les bourrelets ventraux s'écartent l'un de l'autre ; le vitellus nutritif fait hernie par la fente que les bourrelets ont laissée entre eux (fente sternale, Clap.) et finit par passer tout entier par cette fente, de façon à devenir complétement ventral ; la position de l'embryon change ainsi du tout au tout, et il se trouve enroulé en sens inverse de ce qu'il était auparavant.

Ce processus se trouve achevé à l'époque où les bourrelets ventraux sont venus occuper la région latérale, épimérique, dont ils sont les représentants d'après Claparède (nous avons vu que cette signification était fausse et qu'ils représentaient de plus les arcs tergaux et sternaux, la partie occupée par le membre formant seule en réalité la région latérale); leur présence en ce point maintient un moment distinctes les deux faces de l'embryon ; mais bientôt ils finissent par disparaître, de sorte qu'on ne distingue plus les faces l'une de l'autre, et que la partie postérieure du corps prend la forme globuleuse si caractéristique de l'abdomen chez l'adulte.

Le passage du vitellus par la fente sternale est un fait unique dans le groupe des arthropodes, et l'interprétation qu'en donne Claparède fait de l'embryogénie des araignées quelque chose de tout spécial. Quelque ingénieuse d'ailleurs que soit cette conception, elle est loin de suffire pour rendre compte du passage de la bande embryonnaire à l'état de jeune araignée enroulée dans l'œuf, et on sent le besoin d'une description moins théorique.

Pour suivre ce passage dans tous ses détails, nous allons reprendre le dernier stade de la bande germinative, et en

examiner pas à pas les changements : les phénomènes sont différents suivant qu'on s'occupe des portions antérieure, moyenne ou postérieure du corps.

1. *Portion antérieure.* — La dépression buccale s'invagine à l'intérieur et donne naissance à un tube : ce dernier, qui s'accroît rapidement dans l'intérieur, est destiné à former l'œsophage, le ventricule de succion et la portion de l'intestin qui le suit immédiatement, en un mot, toute la portion médiane tubuleuse du tube digestif contenu dans le thorax : il se trouve achevé d'une manière complète, au commencement de la troisième période, chez la jeune araignée enroulée dans l'œuf.

A mesure que cette invagination pénètre à l'intérieur, elle détermine des modifications concomitantes qui ont une grande importance pour l'intelligence de la structure du thorax. Fait-on une coupe transversale dans le milieu d'un thorax d'araignée, on voit que la musculature est constituée comme il suit (voy. fig. 6) : 1° une partie centrale constituée par trois faisceaux musculaires *m* attachés à l'œsophage ; le premier, impair, est vertical, et va s'attacher au sommet du corps; les deux autres, pairs, forment un plan horizontal, et vont s'attacher à la base des pattes, en revêtant les masses ganglionnaires ventrales; 2° une partie périphérique *m'* composée de fibres qui longent la paroi, et qui vont constamment de la base des pattes au sommet du corps. Cette seconde partie de la musculature est de formation relativement tardive ; elle n'apparaît qu'assez tard, et ne prend son grand accroissement que pendant le développement post-embryonnaire ; la seconde, au contraire, apparaît de bonne heure, et marche de pair avec l'invagination de la partie antérieure du tube digestif. Il semble en effet que cette invagination entraîne dans son mouvement vers la partie postérieure (voy. fig. 4 et 5) les portions périphériques des bandes germinatives, de manière à former trois lames cellulaires : l'une, médiane, détachée de la portion céphalique ; les deux autres, latérales, des deux bandes germinatives. Ces trois lames représentent les trois plans musculaires désignés par *m*

dans la fig. 6 : la première, qui entoure directement l'œsophage (fig. 4. *m*), représente une cloison longitudinale qui divisera en deux la cavité du thorax; les deux autres, deux cloisons transverses qui ne tarderont pas à se réunir en un seul plan qui recouvre immédiatement les ganglions ventraux. Peu après les derniers stades de la bande embryonnaire, la portion céphalique est arrondie en arrière, et se trouve, comme l'a déjà dit Claparède, séparée du vitellus par une profonde échancrure; mais à partir de l'époque où commencent à se former les trois lames cellulaires, *m* (fig. 4), on la voit se prolonger en une pointe allongée : cette pointe, déjà figurée par Claparède, représente la cloison verticale *m* (fig. 4), qui s'allonge graduellement en même temps que l'œsophage.

Les fig. 4, 5, nous montrent les trois plans, au moment où ils commencent à se détacher de la surface des bandes germinatives. A mesure que l'invagination de l'œsophage progresse, elle les entraîne avec elle vers la partie postérieure; la cloison verticale est ainsi entraînée jusqu'au bout du thorax, qu'elle divise entièrement en deux moitiés symétriques (fig. 6 cœ.), d'abord remplies de vitellus nutritif, et qui formeront les cœcums de l'estomac; les cloisons transverses sont simplement étalées et rapprochées l'une de l'autre, de manière à former un plan musculaire continu, situé au début dans le devant du thorax. En se rapprochant ainsi l'un de l'autre, ces deux plans entraînent les deux bandes nerveuses, qu'ils revêtent toujours d'une manière immédiate, et ainsi se fait le rapprochement de ces dernières en une masse centrale qui aussitôt après se divise en ganglions. Cette réunion des bandes nerveuses n'est donc elle-même qu'une suite de l'accroissement de l'invagination de l'œsophage, et tous les phénomènes qui donnent naissance au thorax peuvent se ramener à cette seule cause.

Une fois ces processus complétement terminés, le thorax se trouve constitué dans tout ce qu'il a de plus essentiel : un des grands effets de sa formation est de restreindre la cavité de toute la portion antérieure de l'embryon; le vitellus se trouve refoulé vers la partie postérieure, et il n'en reste plus dans le

thorax que la partie qui donnera naissance aux cœcums de l'estomac.

2. *Portion moyenne.* — Dans cette portion, on voit chacune des pièces tergales et sternales s'accroître pour se rejoindre avec celle du côté opposé, de manière à former un arceau complet; les arcs tergaux s'accroissent rapidement, et l'on ne tarde pas à pouvoir distinguer des hémizonites parfaitement distincts formés par leur réunion sur la région dorsale; on en distingue toujours quatre beaucoup plus larges formés par les quatre premiers abdominaux, et d'autre plus étroits qui viennent à leur suite; ils constituent par leur ensemble une plaque dorsale dont nous reparlerons. Les arcs sternaux s'accroissent également, mais d'une manière plus lente, et, de plus, leur union se trouve empêchée par la saillie du vitellus nutritif, qui, refoulé en arrière par le rétrécissement de la région thoracique et par la formation des arceaux tergaux complets, vient faire hernie par la fente sternale en passant au milieu des deux hémisternaux. En même temps que l'épaississement des cellules du feuillet externe qui constitue les plaques tergales et sternales, gagne de plus en plus vers les lignes médianes du dos et du ventre, la mince couche mésodermique sous-jacente s'accroît également; à l'époque où les tergaux se sont rejoints en arceaux complets, on trouve également une couche mésodermique complète qui s'étend sous toute la plaque tergale, et qui dès le début commence à s'épaissir sur la ligne médiane, pour donner naissance au vaisseau dorsal; sur les bords, entre les sternaux et la région latérale, se trouve toujours un épaississement (fig. 2 et 3 *g*.), reste encore persistant des bandes germinatives.

3. *Extrémité postérieure.* — A l'époque du dernier stade de la bande embryonnaire, cette dernière fait le tour complet de l'œuf, et son extrémité postérieure arrive presque au contact de la région céphalique; enfin les bandes germinatives, en allant se rejoindre dans le capuchon anal (placé tout en haut de la face dorsale), forment entre elles un angle très-aigu. Dans les stades qui suivent, on voit le segment anal s'écarter peu à peu de la région céphalique, et se reporter de plus en plus

vers la région ventrale; ce déplacement du segment anal détermine à son tour une modification dans l'écartement des bandes germinatives, l'angle qu'elles formaient par leur réunion tendant à devenir de plus en plus obtus. Les mêmes processus continuent régulièrement, jusqu'à ce que le segment anal soit venu occuper l'extrémité opposée à la région céphalique, époque à laquelle les deux bandes germinatives sont venues se mettre dans un même plan, l'écartement progressif des deux côtés de l'angle obtus finissant par aboutir à une ligne droite. Supposons une continuation des mêmes phénomènes, nous verrons le segment anal venir occuper une place sur la face ventrale, et les bandes germinatives se rapprocher de nouveau, mais en sens inverse, de manière à former un angle opposé à celui qu'elles formaient au début; cet état met fin au processus par lequel l'extrémité postérieure de la bande embryonnaire, d'abord dirigée du côté dorsal, vient se recourber vers la région ventrale.

Si nous essayons de suivre les mêmes phénomènes chez des arthropodes à partie caudale saillante (par exemple les phryganes), chez lesquels le recourbement de la partie caudale est considéré comme la cause et le principe de toute l'inversion de l'embryon dans l'œuf, nous retrouverons exactement les mêmes phénomènes : (1. retrait de la région caudale et écartement des bandes germinatives; 2. arrivée du segment anal au pôle postérieur de l'œuf, arrivée des bandes embryonnaires dans un même plan; 3. arrivée du segment anal sur la face ventrale, rapprochement des bandes embryonnaires en sens inverse). La seule différence consiste en ce que les mêmes phénomènes se passeront en hauteur, au lieu d'avoir lieu à la surface de l'œuf; et cette différence n'a rien d'essentiel, car nous pouvons encore constater chez les araignées un reste de tendance de la partie caudale à se détacher du reste du vitellus: presque toujours le segment anal forme, au début, une forte saillie qui indique le commencement de ce processus. Nous arriverons donc à conclure que chez les araignées, comme chez les autres arthropodes, la cause et le principe du phé-

nomène d'inversion réside essentiellement dans la région caudale; la saillie du vitellus nutritif par la fente sternale est un trait de développement *purement passif*, et déterminé par le refoulement du vitellus vers la région postérieure, refoulement qui résulte des trois processus que nous venons d'indiquer, et qui tous trois produisent, à des degrés divers, l'effet de restreindre la capacité de l'embryon.

Stade limuloïde. — Les trois séries de modifications que nous venons d'indiquer ne se produisent pas toutes avec la même vitesse : les deux dernières sont plus rapides, et se montrent déjà complétement achevées à une époque où la réunion des deux bandes nerveuses n'a fait que commencer sous la région céphalique. A cette époque, l'embryon présente, par suite de ces changements, un aspect très-remarquable (voy fig. 1) : il se trouve divisé en deux parties distinctes, répondant aux segments thoraciques et abdominaux, et qui me semblent correspondre d'une manière très-frappante aux deux divisions du corps des Xiphosures; la portion postérieure, ou plaque tergale, est formée par la soudure de tous ces arcs tergaux; on peut y retrouver chacun des dix segments qui formaient l'abdomen dans la bande embryonnaire; mais ici cet abdomen est divisé en deux parties : un préabdomen, composé de six segments, et un postabdomen étroit, formé de quatre segments. Le préabdomen se subdivise lui-même en quatre zonites beaucoup plus larges, et porteurs d'appendices déjà signalés dans la bande embryonnaire, et deux suivants plus étroits. Le segment anal paraît d'abord simple, et il est impossible, chez l'Epeira diadema, d'y découvrir des traces d'aucune division ; néanmoins, en examinant les arcs sternaux (fig 4, *st.*), on constate que celui qui correspond au segment anal est divisé en trois pièces distinctes, ce qui nous montre que ce segment anal équivaut ici à trois segments soudés. Cette signification du segment anal n'est pas sans intérêt, si on la rapproche du fait observé par Claparède, chez les Pholcus, de la division précoce du segment anal en trois segments distincts; le fait observé chez l'Epeira diadema nous montre que la chose est peut-être géné-

rale, et que cette division, bien que rarement aussi précoce, n'en existe pas moins d'une manière virtuelle.

Cette valeur multiple du segment anal porte à douze, le nombre de segments de l'abdomen entier, et à six celui du post-abdomen; cela concorde à un segment près avec nombre exact de zonites de l'abdomen des Scorpions, et y correspond d'une manière complète pour le post-abdomen; le stade fig. 4, si semblable aux limules pour la division du corps en deux portions, se montrerait ainsi très-voisin des Scorpions pour le nombre des zonites des différentes divisions. Ce fait nous apprend à rapprocher ce stade des formes fossiles des Merostomata, qui ressemblent si souvent à des types de passage entre les Scorpions et les Xiphosures; parmi ces dernières, il est même une forme : l'*Hémiaspis limuloïdes*, qui me parait rappeler d'une manière frappante le stade que je signale chez les araignées : les corps y est de même partagé en deux divisions, dont la postérieure contient dix segments, ces derniers répartis de même en six préabdominaux et quatre abdominaux, dont le dernier se trouve allongé en stylet; on peut noter de même que les quatre premiers préabdominaux offrent chez cette espèce des traces d'une organisation un peu supérieure aux deux autres qui suivent. Cette prédominance des quatre premiers préabdominaux me paraît du reste un fait très-constant non-seulement dans les araignées, mais dans tout le groupe des arachnides. Metschnikoff a déjà montré que, chez les scorpions, ils apparaissent en même temps et avant tous les autres, et que la formation des ganglions ventraux dans leur intérieur précède aussi de beaucoup celle de tous les autres. Nous ne possédons malheureusement pas des documents assez complets sur les limules pour pouvoir juger s'il en est de même chez les Xiphosures. La fig. 1 montre qu'à cette époque, ces segments occupent chez l'araignée une place considérable, et forment plus de la moitié de la plaque tergale.

Indépendamment de l'embryon proprement dit (fig. 1), nous avons encore à considérer dans le même stade la partie vitelline (fig. 2 et 3), limitée tout autour par les bandes nerveuses

et les plaques sternales (fig. 3). Cette dernière ne représente plus qu'une *annexe de l'embryon*, et mérite à tous égards le nom de *vésicule vitelline* ; elle forme en effet, comme chez les poissons, un sac entouré d'un blastoderme mince, et faisant saillie sur la face ventrale ; elle est limitée de tous les côtés par la partie embryonnaire, et doit de même son origine à un refoulement vers la partie ventrale d'un vitellus nutritif trop abondant pour pouvoir être contenu en entier dans l'embryon. Ainsi, cette hernie du vitellus nutritif par la fente sternale, considérée par Claparède comme constituant un mode de retournement d'une nature toute spéciale, qui différencie le développement des araignées de celui des autres arthropodes, n'est dû, selon moi, qu'à la présence, chez les araignées, d'une *vésicule vitelline*, entièrement semblable à celle des poissons : c'est, je crois, le premier cas sur lequel on ait attiré l'attention chez les invertébrés (1).

Hormis cette présence de la vésicule vitelline, toute l'évolution se ramène absolument au développement des autres arthropodes, et consiste essentiellement dans les phénomènes suivants : 1° formation d'une bande mésodermique continue et apparition de la fente sternale, divisant cette bande en bandes germinatives ; 2° apparition de la partie nerveuse au dedans de ces dernières ; 3° accroissement des bandes germinatives vers la région tergale, puis vers la sternale ; 4° recourbement de la queue et retournement, etc.

La fig. 5 représente les limites de la vésicule vitelline ; elle commence immédiatement au-dessous du point de soudure des deux bandes nerveuses, c'est-à-dire peu après la bouche dans le stade limule ; mais elle présente néanmoins déjà un aplatissement sensible sur tout le reste de la région thoracique, et ne devient largement renflée que sous la région abdominale, où elle présente une épaisse saillie : la fig. 6 aidera à comprendre cette disposition.

Passage à la jeune araignée. — Supposons que l'éclosion se

(1) Sauf peut être chez les Salpes.

fasse à cette époque; le thorax se complétera par achèvement de l'invagination de l'œsophage et des phénomènes concomitants, l'abdomen se fermera par accroissement des bandes sternales, et la vésicule ombilicale qu'elles resserrent de tous côtés se résorbera peu à peu et rentrera insensiblement au dedans de l'embryon, à mesure que les plaques sternales s'accroîtront audessus de manière à compléter les zonites de l'abdomen; il se formera ainsi un organisme analogue à l'Hemiaspis limuloïdes, tandis que la vésicule ombilicale suivra la marche ordinaire de résorption.

Chez les araignées il n'en est pas ainsi: les nouveaux phénomènes qui interviennent rapidement viennent entraver cette marche normale; la vésicule stermale ne disparaît pas par résorption, mais est recouverte par le développement exagéré de la plaque tergale, et se retrouve en entier englobée dans l'embryon. A cet effet on voit toute la plaque tergale, mais surtout les quatre grands segments antérieurs, s'accroître dans le sens de la longueur et de la largeur; la plaque tergale, d'abord limitée à la face dorsale, empiète ainsi graduellement sur la vésicule vitelline, qu'elle finit par entourer d'une manière complète, en ne laissant plus de libre qu'un faible espace ovale, indiqué fig. 2 par la ligne *bv*, et qui sera revêtue par le développement des plaques sternales. A l'époque où s'est effectué cet enveloppement, l'invagination de l'œsophage et le resserrement des bandes nerveuses se sont effectués, et le thorax se trouve enfin constitué; de plus, à la limite de chacun des quatre premiers zonites de l'abdomen, s'est formé un double repli du mésoderme constitué par des cellules plates de ce feuillet, et qui s'avance dans la masse du vitellus nutritif de manière à constituer de véritables cloisons diaphragmatiques, comme celles qui maintiennent en place le tube digestif des annélides. — Noùs avons déjà vu que ces quatre zonites éprouvaient à cette époque leur développement maximum, et jouaient le rôle principal dans l'enveloppement de la vésicule ombilicale par la plaque tergale; à l'époque où cet enveloppement se trouve terminé, les six segments du post-ab-

domen ne tiennent plus qu'une faible place à la partie postérieure, et l'abdomen se trouve presque en entier constitué par les quatre premiers préabdominaux, dont les cloisons diaphragmatiques divisent le vitellus en quatre grosses masses digitées, déjà aperçues et bien figurées par Hérold et surtout par Claparède, mais dont on ignorait la signification. L'abdomen de presque toutes les araignées est ainsi constitué presque en entier par ces quatre segments extraordinairement développés, ce qui nous montre enfin leur signification.

En même temps que s'effectuent ces divers phénomènes, l'espace laissé libre (fig. 2, *bv*) par la plaque tergale se trouve revêtu par les plaques sternales; c'est à cette époque que disparaissent les rudiments des membres des quatre premiers segments abdominaux, et que la limite entre les moitiés dorsale et ventrale du corps semblent disparaître, pour faire place à un abdomen de forme globuleuse dans lequel la limite entre les sternaux et les tergaux ne se distingue plus d'une manière précise. On voit qu'à l'époque de cette disparition, les bourrelets ventraux occupent (par suite de l'accroissement de la plaque tergale) une place bien différente (en *bv*, fig. 2), que leur assignait Claparède à la même époque; la distinction en arceaux tergaux et sternaux persiste jusqu'au bout chez les araignées; mais il finit, comme on voit, par ne plus y avoir aucune proportion entre les deux pièces, les pièces tergales s'étant accrues demesurément et les sternales ne formant plus qu'une portion insignifiante. La disparition complète des bourrelets latéraux est causée par un déplacement du dernier vestige des bandes germinatives. Nous avons vu que ces dernières continuaient jusqu'ici à former sur les bords de la plaque tergale un faible épaississement; à l'époque où les sternaux s'accroissent pour recouvrir la portion laissée libre (fig. 2) par la plaque tergale, cet épaississement quitte la région latérale et vient se réunir à celui du côté opposé, pour former sur la ligne médiane, et immédiatement sous l'espace recouvert par les sternaux, une masse mésodermique compacte de forme ovale. C'est de cet épaississement que se forment plus tard toute la partie droite

abdominale du tube digestif, l'organe excréteur, les glandes à filières et les organes génitaux; les filières elles-mêmes naissent à cette époque sous forme d'assez larges soulèvements de la peau, situés à la limite postérieure des plaques sternales; elles n'apparaissent d'abord qu'au nombre de deux paires : la troisième, plus petite, ne se forme que plus tard. Les filières occupent d'abord un espace beaucoup plus grand que dans la suite; plus tard, elles se concentrent davantage et s'élèvent en un petit mamelon plus nettement circonscrit.

III. — Jeune Araignée.

Le passage de la bande embryonnaire à la jeune araignée enroulée dans l'œuf est donc bien plus complexe que ne l'avait décrit Claparède ; c'est pendant sa durée que s'effectuent tous les phénomènes les plus essentiels du développement interne, et elle se compose, ainsi que nous l'avons vu, de deux grandes périodes : le passage de la bande embryonnaire au stade limule, et le passage de stade limule à la jeune araignée.

Quand ce dernier stade se trouve produit, l'araignée est constituée dans tout ce qu'elle a de plus essentiel, et présente déjà sa forme définitive : on peut se faire une assez bonne idée des aspects ultérieurs du développement en consultant les figures de Hérold, qui a étudié avec soin cette période. Le phénomène le plus important qui se passe pendant sa durée est la formation du feuillet interne, qui se produit aux dépens du vitellus nutritif. Jusqu'ici les masses vitellines ont conservé un arrangement irrégulier. Cette irrégularité persiste dans les masses du centre, mais elle cesse dans celles de la surface, qui adoptent, à l'époque de l'extension de la plaque tergale, une disposition très-régulière. En même temps apparaissent entre leurs limites des traînées formées de granules opaques; ces traînées augmentent rapidement en épaisseur, et présentent bientôt de distance en distance des taches blanches reconnaissables pour des noyaux. Ces noyaux augmentent en même temps que les granules; ces derniers représentent le proto-

plasme; ils ne tardent pas à se rassembler autour des noyaux pour former des cellules qui dès lors commencent à se multiplier activement, et revêtent bientôt toute la surface du vitellus.

Cette apparition du feuillet interne n'est pas sans analogie avec celle du blastoderme, et il semble, comme Bobretzky l'a déjà montré chez le palœmon et chez l'oniscus, que la masse vitelline soit deux fois active : une fois pour former le feuillet externe, et une seconde fois pour former le feuillet interne. Je ne crois pas qu'il y ait ici une immigration de cellules blastodermiques à l'intérieur de la masse du vitellus nutritif, je n'ai jamais pu voir rien qui autorisât cette supposition, et j'incline plutôt à croire que l'activité productrice de la masse vitelline ne s'est pas éteinte avec la formation du blastoderme, et qu'il y est resté de quoi produire les noyaux qu'on voit réapparaître dans les traînées du protoplasme.

Le feuillet interne ainsi produit est destiné à former dans le thorax les deux paires de cœcums de l'estomac, et dans l'abdomen toute la masse hépatique; la paroi des cœcums de l'estomac est déjà toute formée par le simple fait de l'apparition d'une couche de cellules à la surface des deux masses *cœ* de vitellus nutritif (fig. 6), le vitellus qui les remplit se résorbe graduellement. Pour le foie, les cellules du feuillet interne commencent par pénétrer dans la masse vitelline en longeant d'abord les quatre cloisons diaphragmatiques, puis les organes internes formés aux dépens de la masse mésodermique ventrale de l'abdomen; par suite de cette pénétration des cellules à l'intérieur, le vitellus nutritif se trouve divisé en fragments isolés; ces derniers se résorbent peu à peu à mesure que les cellules endodermiques environnantes se multiplient et prennent leur place.

Le foie et les deux paires de cœcums de l'estomac se développent donc tous deux aux dépens du feuillet interne, tandis que la portion droite tubuleuse du tube digestif, comprenant l'œsophage, le ventricule de succion, l'intestin et le rectum, se développe aux dépens des deux autres feuillets :

seuls les deux premiers représentent l'endoderme, et il est évident qu'ils ne forment qu'une même partie divisée en deux par le rétrécissement du thorax; chez les arachnides à abdomen non pédonculé (chelifer, scorpion), elles ne sont pas séparées l'une de l'autre.

En dehors de cette formation du feuillet interne, je n'ai plus à décrire que des phénomènes de détail qu'il serait trop long d'énumérer ici (différenciation de la masse mésodermique ventrale de l'abdomen, formation des yeux, établissement de la circulation, etc.) ; les phénomènes les plus importants consistent dans le fort développement de la musculature périphérique (*m'* fig. 6), surtout en avant des ganglions cérébraux. Au début, les organes internes, masses nerveuses, estomac, etc., sont étroitement appliqués contre la peau, dont elles ne sont séparées que par une mince couche de cellules mésodermiques; les chélicères sont alors encore immédiatement antérieurs aux ganglions cérébraux, et la plaque triangulaire antérieure du thorax, qu'on distingue même encore chez les adultes, correspond évidemment aux ganglions cérébraux. Plus tard, quand la mince couche mésodermique qui recouvre ces organes s'est développée en puissante musculature, les organes internes se trouvent refoulés en dedans et deviennent fortement écartés de la peau, ce qui rend les relations des divisions du corps et des organes internes plus difficiles à reconnaître : les chélicères s'écartent beaucoup des masses ganglionnaires, et toute une longue portion antérieure paraît s'ajouter à la portion céphalique; de plus, l'épaississement musculaire en ce point est tel, que la correspondance de la plaque thoracique antérieure et des ganglions cérébraux est entièrement masquée. Dans l'abdomen, la musculature périphérique se trouve représentée par trois groupes de muscles (dorsal, ventral, latéraux), formés, le premier aux dépens du mésoderme qui entoure le vaisseau dorsal, les deux autres aux dépens de la masse mésordermique ventrale.

Un dernier fait, qui mérite d'être cité, est le nombre considérable des masses ganglionnaires de la région thoracique; les

bandes nerveuses forment en se divisant, non-seulement les cinq paires de gros ganglions, qui persistent chez l'adulte, mais encore trois à quatre paires plus petites appliquées contre la face inférieure du pédoncule, et qui sont bien visibles peu de temps après l'éclosion : ce sont sans doute des ganglions des segments abdominaux qui se sont concentrés vers la région thoracique.

Pour terminer, je citerai des rétrogradations intéressantes qui ont lieu vers les derniers temps du passage à l'adulte : de ce nombre sont la dégénérescence des quatre cloisons diaphragmatiques, de la portion dorsale de la musculation périphérique de l'abdomen, et d'une partie assez grande du système nerveux.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XXXIV.

FIG. 1. — Stade limuloïde vu de dos.

FIG. 2. — Le même vu de profil.
- *l.* lèvre inférieure.
- *lc.* lobes céphaliques.
- *b.* bouche.
- *vo.* vésicule ombilicale.
- *bv.* limites de l'extension de la plaque tergale.
- *g.* reste des bandes germinatives sur les bords de l'abdomen.

FIG. 3. — Le même vu par la face ventrale, et montrant la répartition du mésoderme, ainsi que les limites de la vésicule vitelline.
- *l.* lèvre inférieure.
- *ob.* lèvre supérieure et bouche.
- *bn.* bandes nerveuses.

FIG. 4. — Coupe un peu au-dessous de la bouche.
- *ch.* chélicères.
- *œ.* œsophage.
- *mmm.* les trois parties superficielles des bandes germinatives entraînées dans le mouvement de l'œsophage.
- *gn.* ganglions cérébraux.

FIG. 5. — Coupe au niveau de la lèvre inférieure, les bandes nerveuses *bn* sont encore adhérentes au blastoderme.
- *ch.* chélicères.
- *l.* lèvre inférieure.
- *gn.* ganglions cérébraux.
- *m.* même signification que dans la fig. 4.
- *bn.* bandes nerveuses.

FIG. 6. — Schéma de la musculature dans la région thoracique (théorique).
- *m.* musculature centrale.
- *m'.* musculature périphérique.
- *cd.* tube digestif.
- *gn.* ganglions ventraux.
- *ex.* espace où se formeront les cœcums de l'estomac.

ANALYSES ET EXTRAITS

DE TRAVAUX FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

Note sur un helminthe microscopique qui cause chez le mouton de race barbaresque une pneumonie particulière, par M. P. Mégnin. (Extrait du *Bulletin de la Société centrale vétérinaire*, 1877, p. 646.)

« Cette année, comme l'année dernière à pareille époque, c'est-à-dire depuis deux mois, l'abattoir militaire de Vincennes est alimenté presque exclusivement de bétail d'Afrique, bœufs et moutons, qui sont, entre parenthèses, d'excellente qualité. Ces jours-ci, en examinant les poumons de certains lots de ces moutons à grosse queue, je fus frappé de certaines indurations que présentait leur surface, indurations comme lobulaires, aussi profondes que larges, et qui avaient le volume d'un pois, jusqu'à celui d'une noix et même plus. Ces indurations n'étaient pas sphériques, elles étaient irrégulièrement polyédriques, et occupaient surtout la périphérie de l'organe, particulièrement le bord supérieur, depuis le lobe antérieur jusqu'à l'extrémité postérieure; l'intérieur du poumon était généralement sain. En pratiquant des incisions dans ces parties indurées, on constatait que le tissu était dense, finement granuleux, d'une couleur gris-jaunâtre rappelant celle de l'hépatisation ancienne ou de la pneumonie caséeuse. Chez certains sujets où la maladie était plus ancienne, la partie indurée était devenue le siége d'un ramollissement purulent, et s'était transformée en abcès énorme, ou mieux en une véritable vomique pleine de pus, par gangrène lobulaire du poumon.

« Dans le but de me rendre compte de la nature de cette singulière affection, j'emportai chez moi quelques tranches de poumon malade pour les soumettre à l'examen microscopique. Le produit du raclement d'une coupe fraîche de partie indurée, placé sur le porte-objet du microscope, me montra, au milieu de quelques leucocytes, une grande quantité d'œufs d'helminthes à différents degrés d'incubation, des embryons dégagés de leur enveloppe et nageant en serpentant dans le sérum, et enfin des portions du corps d'helminthes plus gros, et contenant encore des œufs, ce qui indiquait qu'elles provenaient de femelles déchirées par le raclement. C'était donc une affection vermineuse, et, pensant de suite que j'avais affaire à la maladie dont quelques vétérinaires de l'armée d'Afrique ont eu à s'occuper, à savoir la bron-

chite vermineuse causée par le *Strongylus filaria,* qui existe aussi en France, je me mis à explorer avec soin les bronches dans toutes leurs ramifications; mais à peine trouvai-je quelques embryons en voie d'émigration et un mâle adulte vivant. Les bronches étaient parfaitement saines, leur muqueuse indemne partout, et, pour avoir une femelle adulte de l'helminthe en question, afin de pouvoir en faire la détermination, je fus obligé d'en dégager avec précaution du tissu pulmonaire où elles s'étaient enkystées; il n'en existait pas ailleurs.

« Cet helminthe est bien un strongle, voisin du strongle filaire si bien étudié et décrit par M. Baillet dans son bel article : *Helminthes,* du nouveau dictionnaire vétérinaire, mais il en diffère par sa taille exiguë; en effet, la femelle adulte remplie d'œufs n'a que 1 centimètre 1/2 de long sur 0^{mm},2 de diamètre, tandis que la femelle du *Strongylus filaria* a de 5 à 10 centimètres de long. Le mâle de mon petit helminthe a les deux tiers de la longueur de sa femelle, c'est-à-dire *un* centimètre, tandis que celui du *Strongylus filaria* a 4 à 8 centimètres. Enfin, les œufs de cet helminthe n'ont que 0^{mm},8 à 0^{mm},10 de long sur 0^{mm},04; les embryons, 0^{mm},35 de long sur 0^{mm},02, tandis que, d'après M. Baillet, les œufs du *Strongylus filaria* ont 0^{mm},112 à 0^{mm},135 de long, 0^{mm},052 à 0^{mm},067 de large, et les embryons 0^{mm},60 à 0^{mm},075 de long sur 0^{mm},03. Il y a aussi de légères différences dans la conformation, bien que mon petit helminthe ait tous les caractères du genre Strongylus, c'est-à-dire l'œsophage musculeux renflé en massue, la bouche nue et les organes génitaux à peu près au milieu du corps chez la femelle et à l'extrémité chez le mâle, constitués, chez ce dernier, par deux spicules bruns en spatules et une bourse en demi-cloche dont la membrane est soutenue par six nervures. Les différences que j'ai constatées sont, chez la femelle, une queue très-courte et obtuse, et, chez l'embryon, un petit prolongement caudal spéculiforme court et ondulé, qui semble articulé avec l'extrémité du corps comme chez certaines anguillules aquatiques, auxquelles il ressemble trait pour trait. Bref, ce petit helminthe me paraît être d'une espèce particulière non encore décrite, appartenant au genre Strongyle, et que je propose de nommer *Strongylus minutissimus.*

« (Dans son *Traité des maladies vermineuses,* M. Davaine décrit et figure un embryon d'helminthe, d'espèce indéterminée, trouvé dans les poumons d'un enfant, et qui a exactement la forme et les dimensions de celui dont je viens de parler.)

« Les mœurs de ce petit helminthe sont aussi différentes de celles du Strongle filaire : les femelles fécondées s'enkystent toutes dans le tissu pulmonaire, particulièremeut le long du bord supérieur, et c'est la réunion de ces petits kystes dans un espace limité qui constitue cette pneumonie lobulaire d'un nouveau genre présentée par les moutons d'Afrique. Ces femelles meurent dans les kystes, et les embryons sortis de leur corps arrivent dans les bronches pour être expulsés au dehors. Les cadavres de ces femelles constituent autant de corps étrangers qui finissent par provoquer un travail inflammatoire éliminateur; ou bien, lorsqu'ils sont réunis en grand nombre dans un espace restreint, ils amènent la gangrène de la partie du poumon ainsi envahie : de là le ramollissement purulent et les vomiques qui sont la

phase ultime de la maladie causée par la présence du *Strongylus minutissimus.*

« Je n'ai rencontré, dans les explorations très-minutieuses que j'ai faites des bronches et du tissu pulmonaire des moutons d'Afrique en question, aucun âge intermédiaire entre celui d'embryon et l'état adulte de ce Strongle microscopique; il est donc extrêmement probable qu'il en est pour lui comme pour le *Strongylus filaria,* l'*Ascaris inflexa*, l'*Ascaris vesicularis* de la poule, l'*Oxiurus incurvata* du cheval, et le *Strongylus armatus* du même animal, qui se développent au dehors, et que M. le professeur Ercolani a fait vivre et a vu se reproduire dans la terre humide, et dont il a pu obtenir, dans ce milieu, plusieurs générations. C'est donc à tort que M. Colin aurait avancé que les embryons du Strongle filaire deviennent adultes dans les bronches. Cette nécessité pour cette catégorie d'helminthes de passer une partie de leur existence au dehors dans la terre humide ou dans l'eau des mares et des abreuvoirs, explique la facile transmission des maladies vermineuses et la rapide contamination de tout un troupeau.

« En ce qui regarde mon nouveau Strongylien, je vais répéter à son égard les curieuses et très-intéressantes expériences de M. le professeur Ercolani. J'ai commencé par déposer des œufs et des embryons dans de la terre humide contenue dans des capsules de verre; j'ai déjà constaté que, quinze jours après le dépôt, les embryons sont toujours parfaitement vivants, mais n'ont pas encore sensiblement changé de volume; je pousserai l'expérience aussi loin que possible. »

LA

FÉCONDATION DANS LA SÉRIE ANIMALE

D'APRÈS LES PUBLICATIONS LES PLUS RÉCENTES.

REVUE BIBLIOGRAPHIQUE (1)

PAR

Raphaël BLANCHARD.

Le phénomène de la fécondation et les manifestations dont l'ovule est le siége, depuis le moment où il est mûr, c'est-à-dire apte à être fécondé, jusqu'à celui où le vitellus commence à se segmenter, sont restés longtemps enveloppés d'une obscurité profonde. Les premiers embryologistes, s'attachant surtout à rechercher le mode de formation des divers organes qui composent le corps des animaux, avaient négligé de porter leur attention sur le fait même de la fécondation; ils le considéraient du reste comme trop mystérieux pour fournir à l'observateur un utile sujet d'étude. Ils avaient pourtant été témoins des principales modifications que subit l'œuf avant la segmentation. Ils savaient qu'avant l'arrivée des spermatozoïdes, le vitellus perd sa vésicule germinative, puis se rétracte pour présenter des contractions intermittentes, des mouvements propres, analogues à ceux des Amibes. Ils avaient observé aussi qu'après l'action des spermatozoïdes, le vitellus donnait naissance à de petits globules transparents, auxquels P.-J. van Beneden attribua plus tard le nom de *globules polaires,* et que l'apparition de ceux-ci était suivie de la segmentation.

Là se bornaient les connaissances des premiers observateurs, en ce qui concerne les phénomènes précurseurs de la formation du blastoderme, et

(1) Cette revue avait été donnée comme travail imposé à l'auteur, boursier de la Ville de Paris. Elle fut remise dans le courant de janvier 1878, et s'arrête, par conséquent, à cette époque. Parmi les derniers travaux qui n'y sont pas et n'y pouvaient être signalés, nous citerons les suivants :

J. BARROIS. — *Mémoire sur l'embryologie des Bryozoaires.* Thèse pour le doctorat ès sciences naturelles. Paris, 1877.

O. BÜTSCHLI. — *Entwicklungsgeschichtliche Beiträge;* in *Zeitschr, f. wiss. Zoologie.* XXIX, 1877.

E. STRASBURGER. — *Ueber Befruchtung und Zelltheilung.* Iena, 1878.

A. BRANDT. — *Ueber das Ei und seine Bildungsstätte.* Leipzig, 1878.

BISCHOFF. — *Ueber die Zeichen der Reife der Säugethier-Eier.* in *Archiv. f. Anat. u. Physiol.* — Anatomische Abtheil., 1878.

H. VON JHERING. — *Befruchtung und Fnrchung des thierischen Eies und Zelltheilung nach dem gagevvärtigen Stand der Wissenschaft.* Liepzig, 1878.

pendant une longue période, la science ne s'est enrichie à ce sujet d'aucune acquisition nouvelle. Mais, depuis quelques années, l'étude de l'embryologie des animaux inférieurs, et aussi l'application à cette étude de la méthode histologique, l'emploi des réactifs colorants, etc., en facilitant les recherches, ont fourni les résultats les plus précieux. L'attention s'est alors reportée sur les premières phases du développement de l'œuf, le mystère de la fécondation a été dévoilé, et de nombreux travaux ont été publiés dans les différents pays. Sans doute la lumière n'est pas encore faite entièrement, sans doute il reste encore bien des connaissances à acquérir ; mais quelles observations importantes n'a-t-on pas déjà faites, et combien sont variées nos connaissances, si on les compare à ce qu'elles étaient il y a dix ou quinze ans !

C'est précisément dans le but de tracer le tableau des progrès accomplis dans nos connaissances sur les premières phases du développement de l'œuf que nous écrivons cette Revue bibliographique. Nous nous bornerons à l'exposé des phénomènes dont l'ovule est le siége, à partir de sa maturité jusqu'au début de la segmentation du vitellus. Suivant en cela l'ordre zoologique, nous analyserons les différents travaux qui se rapportent à notre sujet, en ne donnant toutefois des publications françaises qu'un résumé très-sommaire. Puis, quand chaque espèce aura été passée ainsi séparément en revue, nous exposerons dans un dernier chapitre le tableau général de cette phase du développement dans toute la série animale.

I. — Protozoaires.

1° *Protistes.*

Häckel, en plaçant aux derniers degrés de l'échelle des êtres vivants, entre le règne animal et le règne végétal, son règne des Protistes, l'avait caractérisé par l'absence de toute reproduction sexuelle. On conçoit en effet facilement qu'il ne puisse pas y avoir chez ces êtres d'organes sexuels différenciés et, partant, de reproduction sexuelle, si l'on songe que, chez la plupart d'entre eux, la substance du corps tout entier n'équivaut même pas à un élément histologique simple, à une cellule, c'est-à-dire une masse de protoplasma présentant un noyau et une membrane d'enveloppe. La reproduction est donc asexuelle, et à ce titre ne doit pas nous arrêter.

Nous devons pourtant rappeler qu'il y a longtemps déjà, Carter (1) a décrit chez les Amibes des ovules et des spermatozoïdes, et que plus récemment Cienkowski (2) a rencontré des spermatozoïdes dans la capsule centrale de quelques espèces de Radiolaires.

De plus, d'après Gabriel (3), quelque temps après la copulation et avant le fractionnement du corps de l'animal enkysté, on voit apparaître chez un Rhizopode, le Troglodytes zoster, de fins corpuscules arrondis, incolores, d'abord en petit nombre, mais qui se répandent bientôt sur toute la surface du corps. Ils sont doués d'un mouvement propre, différent du mouvement

(1) Les chiffres entre parenthèses se rapportent à la Bibliographie placée à la fin du travail.

moléculaire, ce qui prouve bien que ce sont des organismes vivants. Au bout d'une heure ou d'une heure et demie, ils disparaissent. Gabriel les considère comme des spermatozoïdes; mais il n'ose leur donner ce nom, parce qu'on ne saurait trouver trace, chez les Rhizopodes, d'organes sexuels différenciés, et il les appelle *corpuscules fécondateurs* (Befruchtungskörperchen).

Ce sont là des faits encore bien isolés, et des observations nouvelles sont indispensables pour établir ce qu'il y a de fondé dans ces assertions et quelle part de crédit il faut leur accorder. Les prétendus éléments séminaux vus par Cienkowski et Gabriel pourraient bien n'être que des organismes parasites; et, d'ailleurs, il faut se garder, dans de semblables questions, de généralisations trop hardies. Parce que la reproduction sexuelle s'observe chez tous les Métazoaires, depuis l'Éponge jusqu'à l'Homme, il ne faudrait pas se croire en droit de conclure qu'elle dût se présenter aussi chez des êtres aussi dégradés que les Protistes. La génération asexuelle, qui est le propre des Protistes, et qui se retrouve chez les Infusoires et un grand nombre de Métazoaires, remonte-t-elle parmi ceux-ci jusqu'aux Vertébrés ?

2° *Infusoires.*

Chez les Infusoires flagellés ou Monades, et chez les Infusoires tentaculifères ou Acinètes, le mode de reproduction est, d'une manière générale, le même que chez les Protistes; mais chez les Infusoires ciliés on a voulu reconnaître l'existence d'une génération sexuelle, au moyen d'ovules et de spermatozoïdes. Le noyau et le nucléole du corps de l'animal joueraient le principal rôle dans ce processus.

Deux individus se conjuguent en se fusionnant plus ou moins complétement. Pendant cette conjugaison, le noyau subirait, suivant Balbiani (4), certaines modifications qui le transformeraient finalement en un ovaire composé d'un agrégat d'œufs tous munis d'une vésicule germinative. En même temps, le nucléole grossirait et se diviserait bientôt en deux ou quatre fragments (*capsules séminales*) remplis d'éléments fibreux (*spermatozoïdes*). Ces spermatozoïdes iraient féconder les œufs provenant de la division du noyau, et ceux-ci seraient, au bout d'un temps plus ou moins long, pondus au dehors, où ils se développeraient.

Cette opinion de Balbiani fut adoptée, sauf des divergences peu considérables, par Stein (6), Kölliker (7), Claparède et Lachmann (8), etc. Sans entrer dans l'exposé des travaux de ces divers auteurs, nous nous bornerons à faire remarquer avec Gegenbaur (1) « qu'il s'agit ici de procédés que nous ne pouvons pas estimer d'après les règles que nous déduisons de l'observation des autres animaux. Il est nécessaire d'abandonner les comparaisons spéciales entre les conformations relatives à la reproduction chez les Infusoires et les parties correspondantes des organismes supérieurs. D'après nos connaissances, elles présentent si peu de concordance, qu'on pourrait aussi bien expliquer les éléments séminaux des Infusoires, et les embryons qui se trouvent dans l'intérieur de leurs corps, comme des organismes parasites. »

(1) *Manuel d'anatomie comparée.* Édition française. Paris, 1874, p. 108.

D'ailleurs, des observations récentes sont venues en partie confirmer cette opinion de Gegenbaur. O. Bütschli (9), à la suite de recherches étendues sur la reproduction des Infusoires, arrive à cette conclusion : « que la conjugaison des Infusoires ne saurait être en aucune façon considérée comme le préliminaire d'un mode spécial de reproduction ; que les animaux qui y ont pris part présentent encore la structure d'individus normaux et ne produisent, ni pendant ni après la conjugaison, d'organes reproducteurs spéciaux. Il faut donc, ajoute-t-il, considérer comme non démontré que les Infusoires peuvent se reproduire d'après un procédé différent de la simple division ou du bourgeonnement. L'acte de la conjugaison n'a d'autre signification que de *rajeunir* les individus qui la subissent. »

Engelmann (10) arrive à une opinion voisine de celle de Bütschli. Pour lui, « la conjugaison des Infusoires n'aboutit point à une reproduction par œufs, sphères embryonnaires ou germes de toute autre espèce, mais conduit les individus conjugués à un processus embryologique particulier qu'on peut appeler *réorganisation*. Le noyau ne joue, ni dans la conjugaison, ni dans aucun autre cas connu, le rôle de germe ou d'organe préparateur du germe. »

Nous nous en tiendrons à ces quelques mots relativement à la reproduction des Infusoires. Il nous aura suffi de rappeler l'opinion des deux savants observateurs que nous venons de citer, pour avoir le droit de conclure que le groupe tout entier des Protozoaires est caractérisé par l'absence de reproduction sexuelle.

II. — Cœlentérés.

1° *Spongiaires.*

La place qui revient aux Éponges dans la classification zoologique a été le sujet de nombreuses contestations. Ces êtres ont été successivement considérés comme des végétaux et comme des animaux, et on s'était enfin entendu pour en faire la classe la plus élevée des Protozoaires, quand des travaux récents, et surtout la belle monographie des Calcisponges, par Häckel (12), sont venus démontrer jusqu'à l'évidence que ce sont réellement des Cœlentérés et qu'ils représentent le degré le plus inférieur de cette division.

Ce résultat, basé sur la connaissance plus approfondie de la structure de ces animaux, est encore corroboré par les données embryogéniques. Chez eux, en effet, comme chez tous les autres Métazoaires, la reproduction se fait au moyen d'éléments sexuels bien définis, par l'intermédiaire d'ovules et de spermatozoïdes, et à ce point de vue ils formeraient un groupe aberrant parmi les Protozoaires, si on les y avait maintenus, puisque nous venons de voir que, chez ceux-ci, la reproduction sexuelle fait constamment défaut. D'autre part, chez les Spongiaires, comme chez tous les autres Métazoaires, le spermatozoïde est un élément filiforme, et le germe est une cellule nucléée, un véritable *œuf-cellule* (Eizelle), dont la première phase du développement consiste à se fractionner pour produire le blastoderme, qui par ses transfor-

mations ultérieures donnera naissance aux éléments histologiques du corps adulte.

Les descriptions morphologiques données par les divers auteurs de l'œuf des Éponges concordent toutes entre elles; c'est toutefois Häckel (12) qui en donne la description la plus complète. L'œuf-cellule, primitivement sphérique, devient plus tard irrégulièrement arrondi, et, lorsqu'il arrive à maturité, il peut prendre les formes les plus variées, grâce aux mouvements amiboïdes dont il est alors doué. Le vitellus est une masse hyaline, incolore, anhiste, pénétrée d'une quantité considérable de fines granulations. Mais ces granulations n'arrivent point jusqu'à la périphérie du vitellus, de sorte qu'on distingue dans celui-ci deux couches : une couche corticale, ou *exoplasma*, dépourvue de granulations, et une couche médullaire, ou *endoplasma*, granuleuse. Cette distinction est surtout appréciable sur les prolongements amiboïdes poussés par l'œuf vivant. La vésicule germinative ou noyau de l'œuf-cellule ne présente point de membrane d'enveloppe : ce n'est donc point, à proprement parler, une vésicule. La tache germinative ou nucléole de l'œuf-cellule, très-réfringente, renferme d'ordinaire un petit corpuscule central, arrondi plus réfringent encore : c'est le point germinatif (Keimpunkt) ou nucleolinus de l'œuf-cellule.

Calcisponges. — Häckel (11) est le seul auteur qui ait observé l'acte même de la fécondation chez les Éponges. Dès que les spermatozoïdes arrivent au contact de l'œuf, qui est dépourvu de membrane, ils semblent s'enfoncer, la tête la première, dans le vitellus. Toutefois la queue reste au dehors, et ses mouvements d'oscillation s'accélèrent. Mais ils ne tardent pas à se ralentir peu à peu, pour cesser tout à fait, en même temps que l'œuf cesse ses lents mouvements amiboïdes et redevient sphérique. Un peu plus tard, on ne retrouve plus les spermatozoïdes : c'est vraisemblablement qu'ils se sont dissous dans la masse vitelline. Leur disparition est suivie de près de la segmentation du vitellus.

La segmentation (12) est totale et régulière, observation confirmée ultérieurement par tous les observateurs. Elle aboutit à la formation d'un amas sphérique, mûriforme, de cellules toutes semblables (morula). Elle offre enfin de fréquentes anomalies.

La maturité de l'œuf des Calcisponges ne serait point marquée par la disparition de la vésicule germinative. Celle-ci persisterait, au contraire, et les noyaux des deux premières sphères de segmentation en proviendraient directement. Les quatre premières blastomères (sphères de segmentation) sont situées dans le même plan et disposées en croix; les huit premières sont encore dans le même plan : sept d'entre elles entourent comme d'un anneau la huitième, qui est au centre. Il ne se formerait ni cavité de segmentation, ni globules polaires.

Metschnikoff (13) a surtout porté son attention sur des phases plus avancées du développement. Il signale pourtant au stade 8 du fractionnement du vitellus une petite cavité de segmentation qui ne tarde pas à disparaître.

Pour F.-E. Schultze (14), l'œuf, complétement mûr, est régulièrement pénétré jusqu'à sa périphérie par les granulations; on n'y distingue plus l'exo-

plasma et l'endoplasma d'Häckel. Le premier indice du développement est la disparition de la vésicule germinative ; mais elle ne s'accompagne point de la production de globules polaires. A une phase un peu plus avancée, on trouve, au centre du vitellus, deux noyaux étroitement juxtaposés et munis chacun d'un nucléole. C'est alors que se fait la première segmentation : les deux noyaux s'écartent l'un de l'autre pour se rendre chacun dans une des deux premières blastomères. Celles-ci, quand la division est complète, s'aplatissent l'une contre l'autre, s'affaissent (Ed. van Beneden), et en considérant sous divers aspects l'œuf parvenu à ce stade, on se convainc facilement que ces deux jeunes cellules ne sont point seulement aplaties à leur point de contact, mais qu'elles le sont aussi à la face qui regarde du côté de l'endoderme ([1]), tandis que le côté opposé, à savoir celui qui est le plus éloigné du tube radiaire, présente une configuration quelque peu conique.

La seconde division se fait perpendiculairement à la première. Les quatre sphères de segmentation qui en résultent sont semblables. Chacune d'elles a la forme d'une pyramide triangulaire dont la base, qui est la plus petite face, serait plane et tournée vers le tube radiaire, le sommet arrondi, la face externe convexe, et dont les deux faces internes ou de contact viendraient se confondre au centre, ou plutôt suivant l'axe de l'œuf, en une arête perpendiculaire à la base de la pyramide. Chacun de ces blastomères possède un noyau et un nucléole semblables à ceux de l'œuf-cellule, mais plus petits.

Par la continuation du processus de la segmentation, chacune de ces quatre premières cellules est partagée en deux moitiés symétriques, suivant un plan qui diviserait en deux parties égales l'angle dièdre qui correspond à l'arête interne perpendiculaire à la base. Il se produit une cavité de segmentation dès le stade 4.

Schultze avait porté ses observations sur le Sycandra raphanus. Barrois (15) étudie une espèce voisine, le S. compressa, et arrive à des résultats qui confirment en tous points ceux obtenus par Schultze. Il a observé aussi la disparition de la vésicule germinative ; mais il hésite à considérer, avec Schultze, ce phénomène comme le premier stade du développement. « Je ne sais, dit-il, si la disparition de cette vésicule est le premier effet de la fécondation, ou si elle n'est que l'indice de la maturation complète de l'ovule. »

Myxosponges. — Carter (16-19) a choisi pour objet de ses études deux espèces du genre Halisarca, H. Dujardini et H. lobularis. Barrois et Schultze les ont aussi étudiées après lui. Les phénomènes observés sont identiques chez les deux espèces.

Suivant Carter, les œufs sont des cellules granuleuses (endoplosma, Häckel), munies d'une enveloppe sarcodique hyaline (exoplasma H.), douée de mouvements amiboïdes. Cette couche sarcodique externe resterait constamment différenciée du vitellus proprement dit, et deviendrait plus tard la capsule qui entoure l'œuf au moment où il se transforme en larve ciliée (planula). La segmentation est totale et régulière (18). Les deux premiers blastomères

([1]) L'œuf n'est point pondu, mais les premières phases du développement se font alors qu'il est encore enfoui dans le corps de l'Éponge. L'embryon ne se sépare de la mère que lorsqu'il est parvenu à l'état de Planula ciliée.

sont absolument semblables, et sont séparés l'un de l'autre par une surface plane. Il ne se produit pas de cavité de segmentation.

Barrois (15) n'est pas d'accord avec Carter relativement à ces deux derniers faits. « Le plan qui sépare les deux premières sphères de segmentation, dit-il, n'est pas droit, mais presque toujours ondulé, comme chez les Cténophores; c'est une préparation à l'irrégularité du fractionnement qui semble appartenir à cette espèce (H. lobularis). En effet, j'ai rencontré si souvent le stade 3, que je crois qu'il succède normalement au précédent (stade 2). Le stade 5 est assez fréquent; je n'y ai pas observé alors de cavité de segmentation. Au stade 8, les œufs m'ont semblé formés par une couronne de six cellules fermée des deux côtés, en haut et en bas, par une autre cellule. »

Selon Schultze (20), l'œuf mûr des Myxosponges est à peu près sphérique. Sa masse est très-réfringente et sensiblement homogène, et on voit assez ordinairement à son intérieur la vésicule germinative. Cet œuf est renfermé dans des lacunes du tissu mésodermique tapissées d'une couche régulière de cellules endothéliales plates. L'accès du spermatozoïde semble donc dès l'abord difficilement réalisable. Mais, si l'on songe que cette couche endothéliale n'est pas un bien grand obstacle, et que, d'autre part, la consistance de la substance fondamentale est tellement faible que les cellules amiboïdes que renferme cette substance peuvent y pousser leurs prolongements protoplasmiques, on comprend dès lors que le spermatozoïde, dont la force d'impulsion est si considérable, peut facilement traverser la mince couche muqueuse qui la sépare de l'ovule.

Comme Carter, Schultze a vu les deux premiers blastomères d'égale grosseur et séparés l'un de l'autre par une surface plane; mais, comme Barrois, il les a vus fréquemment aussi de taille inégale et limités par un plan ondulé. Il a observé aussi le stade 3 : dans ce cas, les sphères étaient toutes à peu près d'égal volume, et il pense que ce stade succède à un stade 2, dans lequel les sphères seraient remarquablement inégales, la plus grosse subissant une segmentation ultérieure. Ces irrégularités se continuent aux stades suivants du fractionnement du vitellus. La segmentation, toutefois, peut être régulière, et, dans tous les cas, elle est totale. La cavité de segmentation ne se montre qu'au stade 16.

Éponges siliceuses. — Dans ce groupe, Barrois a trouvé la segmentation totale et régulière. Le premier phénomène qui suit la fécondation est l'apparition de pigment à l'état de granules répandus uniformément dans l'œuf tout entier; pendant la segmentation, ce pigment devient de plus en plus abondant. Cavité de segmentation.

Si nous cherchons à résumer les phénomènes observés chez les Spongiaires, nous voyons donc que, chez eux, la reproduction se fait par voie sexuelle. La fécondation est suivie, dans les divers groupes, de la disparition de la vésicule germinative et d'une segmentation totale du vitellus avec formation d'une cavité de segmentation; mais la marche de ce phénomène varie pour chaque groupe. La production des globules polaires n'a pas encore été constatée. Enfin, dès le début du développement, l'œuf des Éponges siliceuses se caractérise par la production de pigment à son intérieur.

2° *Hydrophores.*

Dans sa remarquable étude sur l'Hydre d'eau douce, Kleinenberg (21) nous fait connaître les phénomènes qui, chez cet animal, suivent la maturation de l'ovule. Ces phénomènes débutent par la disparition de la vésicule germinative, qui s'annonce elle-même par la métamorphose régressive de la tache germinative. « Celle-ci perd d'abord son contour circulaire, et devient irrégulière et anguleuse ; sa substance parait coagulée, puis elle se résout en petits fragments qui finissent par se dissoudre. Aussi longtemps que l'œuf était un corps amiboïde, la vésicule germinative se trouvait au centre du vitellus ; mais, dès que l'œuf commence à s'arrondir, elle prend une position excentrique et s'approche du pôle qui est tourné vers l'extérieur. Elle se place près de la surface, et n'est plus recouverte que par une mince couche de substance plasmique. Ici elle commence, elle aussi, à subir une métamorphose régressive qui se termine par sa disparition complète. Son contenu granuleux se liquéfie de plus en plus ; une partie de ce contenu sort par la membrane, d'où résulte que celle-ci, qui jusqu'ici était restée régulièrement tendue, s'affaisse pour former un tube généralement ovoïde, dont la paroi est épaissie et plissée en certaines places. La partie du contenu qui est restée à l'intérieur se résout en corps isolés et brillants, dont la forme est arrondie ou anguleuse, et dont les dimensions sont très-différentes ; entre eux sont disséminées quelques gouttelettes d'une graisse liquide. » Ainsi, pour Kleinenberg, la vésicule germinative disparaît par dégénérescence graisseuse.

Peu après la disparition de la vésicule germinative, l'œuf se contracte en même temps qu'il s'épanche, entre la surface du vitellus et son enveloppe, un liquide aqueux, qui distend celle-ci au point de la rompre pour s'écouler au dehors. Cette enveloppe, en vertu de son élasticité, revient alors sur elle-même et s'applique de nouveau sur le vitellus, qu'elle comprime fortement. Il s'ensuit que le vitellus fait hernie à travers la déchirure de l'enveloppe et, la compression de celle-ci s'exerçant toujours, la hernie devient de plus en plus volumineuse, et finalement le vitellus tout entier passe par l'ouverture, et s'isole ainsi de son enveloppe. C'est alors qu'a lieu la fécondation. Elle est bientôt suivie du fractionnement du vitellus. L'œuf, qui avait repris la forme sphérique, pousse en un certain point de sa surface une saillie d'abord nettement délimitée, mais qui ne tarde pas à se confondre, par sa base, avec son entourage, en sorte que l'œuf prend une forme ellipsoïde, son diamètre le plus grand passant par cette saillie. Cet état persiste quelque temps, puis l'œuf redevient sphérique. Un peu plus tard encore, du point où s'était montrée la saillie, on voit partir des prolongements, sortes de pseudopodes, au nombre de deux ou trois, quelquefois beaucoup plus nombreux, dont les bords se rapprochent de manière à former à la surface du vitellus un étroit sillon qui ne tarde pas à s'étendre à la surface de l'œuf, en même temps qu'il s'enfonce dans son épaisseur. Les pseudopodes se rétractent bientôt, et la surface redevient lisse, en même temps que le sillon gagne davantage en profondeur. Quand il a atteint le tiers de l'épaisseur de l'œuf, ses deux bords se sont partout étroite-

ment juxtaposés, si ce n'est à son extrémité interne, où existe un petit espace libre. Enfin, la première segmentation est achevée. Pendant ce temps, l'œuf a changé de forme : il était sphérique, il s'est élargi, et son diamètre transversal (perpendiculaire au plan de segmentation) est devenu prédominant. Puis, chacun des deux premiers blastomères prend une forme sphérique, et se divise à son tour en présentant la même série de phénomènes; mais les pseudopodes sont beaucoup plus nombreux et plus développés que la première fois.

Chez une autre espèce de Polype, la Coryna squamata, Gerbe (23) a constaté l'absence de membrane vitelline dans l'œuf mûr. C'est vraisemblablement à un processus semblable à celui que l'on observe chez l'Hydra vulgaris qu'il faut rapporter cette particularité.

Avant la rupture de l'enveloppe de l'œuf, Kleinenberg a vu la substance du vitellus excréter deux petites sphères plasmatiques renfermant une pseudocellule. Il y a donc des globules polaires chez les Cœlentérés, et il est le premier à les y avoir signalés. Depuis, O. Hertwig (53) confirma cette découverte de Kleinemberg, et trouva les globules polaires chez d'autres familles encore de ce groupe d'animaux. Bütschli cependant (9), se fondant sur le fait que les sphérules de protoplasma vues par Kleinenberg renfermaient une pseudocellule, émet l'opinion qu'ils n'ont point la signification de globules polaires proprement dits. Si cette interprétation est exacte, c'est à O. Hertwig que reviendrait l'honneur d'avoir le premier observé les globules polaires des Cœlentérés.

3° *Siphonophores* (1).

P. E. Müller (75) a observé dans l'œuf de l'Hippopodius luteus la dissolution de la vésicule germinative dans le vitellus, mais a vu persister la tache germinative. Il est le premier qui ait observé un semblable fait, si l'on en excepte les apparences vues par Leydig (2) chez la Piscicola geometrica et par Bischoff (3) chez le Lapin : les travaux de ces deux auteurs, remontant à plus de trente ans, présentent en effet une faible garantie d'exactitude.

Après la disparition de la vésicule germinative, Müller a vu la tache germinative gagner la périphérie du vitellus, dans le voisinage du micropyle, c'est-à-dire de l'endroit par où les spermatozoïdes pénètrent dans l'œuf. Ceux-ci, après leur pénétration, se transformeraient en corps amiboïdes, et s'uniraient finalement à la tache germinative, mais sans se fusionner avec elle, et c'est ainsi que s'accomplirait l'acte de la fécondation.

Chez la Geryonia fungiformis, l'œuf fécondé possède, d'après Fol (25), un noyau. Mais celui-ci ne saurait être identifié à la vésicule germinative qui existait précédemment dans l'œuf. Quelle est donc son origine ? L'auteur pense

(1) Häckel (24) a étudié le développement des Siphonophores. Malheureusement son travail ne s'est point trouvé à notre disposition.

(2) *Zur Anatomie von Piscicola geometrica*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. I.

(3) *Entwicklungsgeschichte des Kanincheneies*, 1842.

qu'il pourrait bien provenir de la tache germinative de l'œuf non fécondé, la vésicule germinative s'étant dissoute dans le vitellus.

La segmentation totale et régulière s'accompagne de phénomènes remarquables. Le noyau perd sa forme régulière et disparaît bientôt complétement. Mais l'acide acétique en montre pourtant encore un reste : c'est un corps allongé, aux deux pôles duquel se voit un amas protoplasmique que Fol considère comme un centre d'attraction. Chaque centre a la forme d'une étoile, dont les rayons sont représentés par les molécules du protoplasme rangées en lignes droites divergentes. Ces centres d'attraction s'éloignent l'un de l'autre, et le protoplasme suit leur mouvement en se groupant autour de chacun d'eux. Le noyau s'atrophie de plus en plus, et finalement disparaît en se dissolvant dans la substance du soleil, tandis que les rayons de celui-ci grandissent davantage, et on voit alors quelques rayons incurvés aller d'un centre d'attraction à l'autre.

Cette observation de Fol n'est pas tout à fait exacte. Le noyau, en effet, ne disparaît pas, mais il s'allonge en forme de fuseau, et les prétendus rayons qui iraient directement d'un centre d'attraction à l'autre ne sont autre chose que des fibres longitudinales qui se sont différenciées dans sa substance. Nous aurons, du reste, bientôt l'occasion de revenir longuement sur ce sujet.

En même temps, l'œuf s'étrangle pour se segmenter, et, la segmentation terminée, on voit le noyau reparaître dans chacun des centres d'attraction : on voit apparaître deux, trois, jusqu'à huit ou dix petites vacuoles qui grossissent peu à peu, et finissent par se réunir en une grosse vacuole ronde, qui est le noyau-fille. En même temps que le noyau se reconstitne dans chaque sphère de segmentation, les granulations du protoplasme perdent leur disposition rayonnante.

C'est Fol qui a observé le premier, aux deux pôles du noyau métamorphosé, deux figures rayonnantes. Mais depuis qu'il a appelé sur elle l'attention, cette apparence a été retrouvée dans l'ovule des animaux les plus divers par des observateurs, tels qu'Auerbach, Strasburger, Bütschli et Oscar Hertwig. Nous aurons plus loin l'occasion d'analyser longuement les travaux de ces auteurs, et nous verrons alors de quelle grande importance est ce phénomène dans le processus de la segmentation du vitellus, et, d'une manière générale, dans le processsus de toute division cellulaire.

Metschnikoff (26), qui a étudié une espèce voisine, la Geryonia hastata, n'est point d'accord avec Fol. Pour lui, l'œuf mûr est une simple sphère de protoplasma dépourvue d'enveloppe, de noyau et de granulations : c'est un cytode. La segmentation débute par l'apparition dans le plan méridien d'un sillon qui n'entoure point tout d'abord l'œuf entier, mais qui se localise au pôle inférieur de celui-ci. Plus tard se montre au pôle supérieur un sillon semblable. Puis, ces deux sillons vont à la rencontre l'un de l'autre, et se réunissent en un seul, après quoi la division s'achève, et l'œuf représente alors deux cellules renfermant chacune un noyau vésiculeux.

Fol et Metschnikoff n'avaient point observé des globules polaires chez les Siphonophores. O. Hertwig (53) est parvenu à les y déconvrir. Il les a vus chez des Méduses des genres Aeginopsis, Nausithoe, Pelagia. Ce sont de grosses sphères de protoplasma, au nombre de trois, et renfermant des fragments du

noyau de l'œuf (Eikern) [1]. Ces globules polaires ou *corps directeurs* (Richtungskörper) se forment peu avant la ponte, au moment où les œufs séparés de l'ovaire s'entourent de gélatine. Aucun pédicule ne les relie à l'œuf, et au-dessous d'eux on aperçoit le noyau de l'œuf dans l'écorce du vitellus.

4° *Cténophores.*

D'importants travaux ont été publiés sur l'embryogénie des Cténophores : nous ne nous occuperons toutefois ici que d'un seul memoire, celui de Kowalewsky (27). D'autres publications de Fol (28) et d'Al. Agassiz (29) ne se sont point trouvées à notre disposition.

Le savant embryologiste russe a observé diverses familles de Cténophores (Eschscholtzia, Cestum, Eucharis, Beroe) ; dans toutes, les phénomènes dont il a été témoin étaient semblables. L'œuf mûr est limité extérieurement par une membrane anhiste, séparée du vitellus par un vaste espace rempli d'un liquide clair que Kowalewsky considère comme de l'eau de mer. Le vitellus se compose de deux couches : l'une externe, mince, formée de protoplasma granuleux ; l'autre interne, plus volumineuse, constituée par de grosses vésicules graisseuses. La couche externe est le *vitellus plastique* ou *formatif* (Bildungsdotter, Reichert), encore appelé *protoplasme* (Ed. van Beneden) ; la masse centrale est le *vitellus nutritif* (Nahrungsdotter) ou *deutoplasme.* Le protoplasme est doué de mouvements : il se condense vers le pôle supérieur de l'œuf, tandis que le deutoplasme prend passivement une position un peu plus excentrique en se rapprochant du pôle inférieur. C'est alors que la segmentation commence, et les deux parties constituantes du vitellus y prennent une part très-différente. Au pôle supérieur, le protoplasme se soulève en deux petites crêtes juxtaposées, entre lesquelles s'observe un sillon qui devient de plus en plus profond, et finit par donner naissance aux deux premières sphères de segmentation. Celles-ci sont dépourvues de noyau, et ce n'est qu'au stade 32 qu'on voit apparaître une formation nucléaire.

Jusqu'au stade 8, le fractionnement du vitellus est total, et se fait de la même manière. C'est alors que commence à se former véritablement le blastoderme. Le protoplasme, qui dans chacune des huit sphères de segmentation s'est amassé à l'extrémité supérieure, se sépare de la masse nutritive pour former huit petits blastomères qui, par la suite de leur segmentation, constitueront le blastoderme, tandis que les huit sphères deutoplasmiques cesseront bientôt de se diviser, et se réuniront plus tard en une masse unique compacte qui remplira la cavité blastodermique.

[1] Quand nous aurons exposé plus loin, d'après les recherches d'O. Hertwig, le mode de formation des globules polaires, il sera facile de comprendre comment il se fait que ces globules contiennent des fragments du noyau de l'œuf.

III. — Vers.

1° *Plathelminthes.*

Turbellariés. — Keferstein (30) a étudié avec un grand soin le développement des Planaires marines, et spécialement du Leptoplana tremellaris. Chez cette espèce, la vésicule germinative ne disparaîtrait point, mais prendrait part au fractionnement. La segmentation du vitellus à son début rappelle en tous points ce que nous avons rencontré chez les Cténophores. Le vitellus se divise d'abord en deux, puis en quatre sphères égales : de l'une des faces de ces quatre sphères se détachent ensuite quatre petits segments, qui se subdivisent rapidement pour former une blastoderme qui, en se développant sur les gros segments, plus longs à se fragmenter, finit par les emprisonner.

Van Beneden (31) n'admet point non plus la disparition de la vésicule germinative de l'œuf mûr des Turbellariés dendrocèles du genre Planaria, mais il ne dit point l'avoir vue se diviser.

Trématodes. — Il est probable que les observations de Keferstein ne sont pas exactes. Cet auteur aura pris pour la vésicule germinative le noyau de la première sphère de segmentation. Schneider (77) nous apprend en effet que, chez les Turbellariés, la vésicule germinative ne subsiste pas, mais disparaît et est remplacée par un noyau qui en se divisant subit des modifications analogues à celles que nous allons retrouver tout à l'heure chez les Nématodes et décrire longuement d'après les travaux d'O. Bütschli. Cette remarque s'applique aussi aux observations faites par Ed. van Beneden chez les Trématodes.

L'œuf mûr des Trématodes digenèses, ainsi que van Beneden l'a observé chez l'Amphistoma subclavatum, est ovale et enveloppé d'une membrane qui présente à l'un de ses pôles un véritable micropyle. Il se compose d'une cellule protoplasmique à noyau (vésicule germinative) et à nucléole (tache germinative), située au pôle de l'œuf opposé au micropyle, et d'un certain nombre de cellules vitellines présentant un noyau et nettement délimitées par une membrane.

(*La suite au prochain numéro.*)

Le propriétaire-gérant,
Germer Baillière.

Saint-Denis. — Imprimerie Ch. Lambert, 17, rue de Paris.

RECHERCHES

SUR LA

REPRODUCTION GEMMIPARE ET FISSIPARE

DES NOCTILUQUES

(*Noctiluca miliaris*. Suriray)

Par M. Charles ROBIN (1)

(PLANCHES : XXXV à XLI).

§ 1 — Remarques anatomiques et physiologiques préliminaires.

En avril et mai, j'ai pu constater quelques faits nouveaux à joindre à ceux déjà connus, concernant la reproduction gemmipare et la reproduction fissipare des noctiluqes. Pour les mieux faire comprendre, il importe de résumer d'abord, en les discutant brièvement, les descriptions de quelques-unes des dispositions anatomiques de cet animal arrivé à son entier développement.

La forme sphérique de chaque individu offre des différences d'aspect suivant la portion de sa surface qui est tournée vers l'observateur ; ce sont celles que présente toute sphère qui, à l'un de ses pôles, montre une dépression infundibulaire telle qu'elle porte plus sur l'un des deux hémisphères que sur l'autre. Quelques rares individus sont rendus cordiformes par un court allongement de leur corps au pôle opposé, toutes particularités souvent décrites et figurées depuis Rigaut, qui, le premier, a

(1) Présenté à l'Académie des sciences le 17 juin 1878 (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, Paris, 1878, t. LXXXVI, p. 1482).

bien décrit les noctiluques (1768), Suriray, du Havre (1810 et 1836), et de Blainville (1825).

A l'extrémité terminale rétrécie de ce pli ou dépression infundibuliforme, se voit bien réellement une bouche, comme l'ont noté aussi les premiers des observateurs. Ses lèvres sont un peu jaunâtres ; souvent cachée au fond du pli (fig. 1 et 2), elle se voit nettement dans certaines positions de la sphère (fig. 4 et 24 *a*), et pendant qu'elle ingurgite des objets relativement volumineux. Ses dispositions anatomiques seront rappelées quand il sera question de son développement.

L'existence, la production de ce sillon ou dépression sur l'hémisphère qui mérite le nom de buccal, entraîne la formation d'un pli tégumentaire qui se prolonge en se contournant sur l'hémisphère opposé, et qu'on peut dire dorsal (fig. 2, 3, 5 et 24, *f*, *g*). Là, ce pli est comme rectiligne et s'y termine en pointe, quelquefois saillante ; cette pointe résulte de la réunion des deux bords ou lèvres du pli, qui elles-mêmes s'écartent ou se rapprochent un peu par moments, durant les contractions de l'animal. Elles sont hérissées dans presque toute leur étendue par d'autres plis très-fins et courts, plus ou moins nombreux d'un sujet ou d'un état de contraction à l'autre du même sujet. Au point de la sphère où ce pli s'enfonce de la portion dorsale dans l'infundibulum, ou *vice versâ*, il est élargi, et donne une forme triangulaire à sa partie antérieure, qui semble soulever le tégument (fig. 2 et 3) ; mais ce n'est nullement un *bâtonnet triangulaire*.

Les dispositions de ce pli depuis la bouche jusqu'à sa terminaison en pointe dorsale, et le pli délicat qui le borde parallèlement de chaque côté, ne sauraient être compris hors de l'examen des figures (fig. 3, 5 et 24).

Verhaege (*Recherches sur les causes de la phosphorescence de la mer.* Mém. des savants étrangers couronnés par l'Acad. roy. de Belgique. Bruxelles, t. XXII, mai 1846, in-4°, n° 5, et planche), qui a bien fait représenter l'aspect d'ensemble de l'animal et du pli *dorsal* ci-dessus, l'a pris pour une *fente*. Huxley a bien vu que ce n'était qu'une *rainure* (*On structure of Noctiluca*

miliaris. Quaterly journal of microscop. science. London, 1855, p. 49, pl. V).

Busch l'a figuré sous le nom de *mince baguette bordante*. (W. Busch. *Beobacth. ueber Anat. und Entwickel. einiger wirbellosen Thiere*. Berlin, 1851, in-4°, et *Observat. on Noctiluca*. Quaterly journal *of microscopical science*. London, 1855, p. 199 et fig. 9.) Brightwell le décrit et le figure sous le nom *portion angulaire épaissie* du tégument. (*On self-division in Noctiluca. Ibid.* London, 1857, p. 187, pl. XII.)

Paroi cellulaire ou tégument.

Le tégument (*cuticule* de quelques auteurs), qu'un fort grossissement montre être partout finement grenu (fig. 2, *a*), et non homogène, est plus grenu et plus épais près de la bouche et à une certaine distance d'elle qu'ailleurs. Il va même là jusqu'à être sensiblement jaunâtre sous le microscope. Les plis qu'il forme sur les bords de l'infundibulum hérissent ces bords dans le voisinage de l'orifice buccal, et ont fait dire qu'il est denté, ce qui n'est pas, car ces saillies (fig. 1) s'effacent par étalement d'un état à l'autre de l'animal.

Cette enveloppe et une véritable paroi cellulaire, comme nous le verrons.

Son épaisseur ne dépasse pas $0^{mm},001$ à $0^{mm},002$; elle est tenace, se déchire sans prolongement filamenteux, se rétracte plus ou moins en se chiffonnant lorsqu'elle est brisée par compression, distension ou par une piqûre, laissant sortir tout ou partie du contenu. Elle n'est pas susceptible d'une mue, contrairement à ce que Suriray et M. de Quatrefages ont admis. Rien ne la double extérieurement. Le réseau indiqué plus loin, que forment à sa face interne les filaments sarcodiques, ne constitue pas une membrane tégumentaire. Elle est donc réellement simple.

L'eau douce et l'ammoniaque gonflent le contenu, le font sortir partiellement par la bouche, distendent l'animal jusqu'à le rendre tout à fait sphérique, mais sans faire disparaître com-

plétement de sa paroi les lignes marquant la place des plis dorsaux indiqués plus haut, ni celles qui limitent les contours des dispositions existant au point d'attache du tentacule.

DU TENTACULE ET DE SON ORGANE BASILAIRE.

L'animal étant vu de telle sorte que le pôle déprimé est en haut et la bouche à peu près vers le milieu de l'hémisphère tourné vers l'observateur (fig. 1, 2 et 21), on voit un *tentacule* inséré immédiatement de la commissure inférieure ou postérieure de la fente buccale.

C'est le bras du polype de Rigaut, qui en a bien décrit les dimensions et les mouvements (*Dict. d'hist. nat.* de Valmont de Bomare. Paris, 1775, t. IV, in-4°, p. 118, art. *Mer lumineuse*), le *tentacule* de Suriray, l'*appendice filiforme* mobile de de Blainville et autres, l'*organe préhensile* de Brightwell, etc.

Il a été considéré à tort comme tubuleux par de Blainville, et comme une trompe par Busch. Mais ce tentacule ne naît pas à proprement parler au point même où il devient libre. Là, il ne fait que continuer une base ou partie adhérente immobile placée un peu en dehors d'une des lèvres de la bouche et aussi longue qu'elle. La structure de cette pièce, qui est entièrement une dépendance tégumentaire, est assez compliquée. Tous les auteurs qui en ont parlé l'ont incomplétement représentée et décrite. C'est elle que Krohn a imparfaitement figurée sous le nom de *lèvre*. (*Notiz ueber die Noctiluca miliaris*, Suriray. *Mammaria scintillans*. Ehrenberg, Archiv fuer Naturgeschrichte. Nurnberg, in-8, 1852, t. I, p. 77, pl. 3, fig. 2.) Huxley (*loc. cit.*, 1855) et W. Webb (*On Noctiluca miliaris*. Quaterly journal of microscopical science. London 1855, p. 102, pl. VI), ont mieux décrit et figuré cette base, et particulièrement la dent *tricuspide* (Huxley) qu'elle porte.

Du reste, toutes les fois que les contractions de l'intérieur du corps de la noctiluque amènent la bouche vers le centre de la sphère qu'il représente, et rendent plus profonde la dépression infundibulaire qui conduit jusqu'à elle, cette base et le flagellum

placé près d'elles s'enfoncent et temporairement ne se voient plus. La portion mobile du tentacule reste seule visible, comme si elle s'insérait directement au point d'où elle se détache du tégument (fig. 1, *d*).

Cette pièce basilaire est une lame ou bande aplatie, une dépendance et une sorte d'épaississement du tégument. Large de $0^{mm},010$ à $0^{mm},012$, elle est falciforme, à concavité tournée vers la bouche, un peu plus longue que la lèvre de celle-ci, qu'elle longe sans la toucher. Son extrémité libre porte la dent tricuspide, à base épaisse, renflée, striée, saillante de $0^{mm},012$ ou environ, au-dessus de la surface du corps et du côté de la bouche. Elle est à peu près au niveau de la commissure antérieure de celle-ci, et un mince épaississement tégumentaire, recourbé, grêle et s'éteignant en pointe, prolonge sa base. L'autre extrémité, formant un angle obtus avec le reste de cette base, s'étend jusqu'à l'arrière de la commissure postérieure de la bouche et au niveau du grand axe de celle-ci ; là s'élève et devient libre le tentacule mobile même (fig. 2, *d*).

Entre ces deux extrémités, cette pièce basilaire est plus mince au milieu que sur ses deux bords, qui sont épaissis, finement grenus et jaunâtres. Cet amincissement la rend ici plus transparente que dans ses autres parties, et cette portion claire se termine en bec de cuiller à la base même du tentacule (*d*).

De cette base se prolonge à angle droit un pli ou un épaississement tégumentaire se perdant à la surface du corps (fig. 1, 2 et 24).

Un autre plus marqué et plusieurs très-fins, se voient à la partie saillante que forme la pièce basilaire en se coudant à angle obtus (fig. 1, 2, 4, 6 et 24, *c*).

Les contours de ces parties pâlissent sans disparaître sur ces individus tués et gonflés par l'eau douce, l'ammoniaque, l'acide acétique, etc.; les plis les plus fins disparaissent seuls.

Dès le point où le tentacule devient libre, dès son insertion apparente, il devient strié transversalement, et l'est jusqu'à son extrémité libre, ainsi que de Blainville l'a noté le premier. (*Manuel d'actinologie*. Paris, 1833, in-8°, p. 646, pl. 6, et art.

Noctiluque. Dict. des sciences naturelles, 1825.) Mais Verhaege, de son côté, a montré avec raison que cet organe est aplati, et non cylindrique, sauf vers son extrémité libre; que, dans ses mouvements lents, il se contourne en présentant ses faces et ses bords successivement, et que ses stries sont transversales.

M. de Quatrefages (*Observat. sur les noctituques,* Ann. des sc. naturelles, zoologie. Paris, 1850, t. XIV, p. 226) a signalé aussi ces dernières dispositions en notant que les stries ne sont pas des fibres musculaires spirales ou circulaires, comme l'avait admis de Blainville. Brightwell décrit les mêmes dispositions et la concavité que, dans ses mouvements, produit sur l'une de ses faces cet organe rubané. Mais il faut signaler que ses stries ne s'étendent pas jusqu'à ses bords même, comme il le figure ; elles s'arrêtent de chaque côté à une petite distance du bord correspondant, qui reste homogène et net. Elles siégent dans la substance même, comme le dit Krohn, et non dans son tégument, comme l'a admis M. de Quatrefages.

La largeur du tentacule est de $0^{mm},042$ à sa base, plus de moitié moindre vers son extrémité, qui est mousse, et il est à peu près trois fois plus mince que large, sauf vers sa terminaison, parce qu'il conserve la même épaisseur dans toute son étendue.

Dans ses mouvements, toujours lents, il s'étend, se contourne et se dirige en toutes directions, sans jamais imprimer au corps de l'animal un mouvement de translation. Il ne fait qu'amener un balancement du corps, ainsi que le dit Suriray, des oscillations sur place. Quand il disparaît sous les yeux de l'observateur, il ne se rétracte pas dans le corps de l'animal, comme l'admet de Blainville, mais ne fait que se rassembler en une petite masse en se contournant autour de son point d'insertion comme centre, ce qui ne se voit bien qu'autant que la sphère a ce point tourné vers l'œil de l'observateur.

En étudiant la reproduction fissipare des noctiluques et le développement du tentacule, nous verrons que cet organe dérive de la substance du corps cellulaire, et que la paroi cellulaire ne fait que lui fournir un mince tégument, comme au reste de

l'organisme. L'eau douce, l'acide acétique et l'ammoniaque font disparaître l'état strié de la substance interne et la liquéfient, comme ils le font pour la substance du corps cellulaire.

DU FLAGELLUM

Outre ce tentacule près de la dent tricuspide et plus près encore de la lèvre où il est inséré, on voit un *flagellum*, découvert et nommé par Krohn dans sa note déjà citée datée de Paris, février 1852, puis par Huxley et par Brightwell, qui le nomme *organe tremblant*. Il est long de $0^{mm},060$ sur le plus grand nombre des individus et épais de $0^{mm},001$ seulement. Son extrémité libre est coupée nettement, et son volume est le même dans toute son étendue. Il est incolore et offre des mouvements, tantôt à ondulations larges et lentes, tantôt vibrants avec vivacité, dus à de très-courtes et très-rapides ondulations; d'autres fois il s'infléchit et se recourbe en spirale, ou en divers sens, comme les lugléniens (fig. 2, 4 et 6, *e*).

Les mouvements de ce flagellum n'en impriment aucun au corps de l'animal. Ils servent sans doute, ainsi que le pense Krohn, à la préhension des aliments, ainsi également que ceux du tentacule, et non à ceux de la locomotion. Semblable à celui ou à ceux des eugléniens par ses caractères et par la plupart de ses mouvements, il en diffère sous ce dernier rapport.

Il n'existe sur cet animal aucun autre organe extérieur que le tentacule et le flagellum. D'après ce qui a été dit plus haut (p. 566 à 567), ce dernier n'est visible qu'autant que la dépression infundibulaire s'écarte et s'étale de manière à laisser voir la pièce basilaire du tentacule, sinon la bouche.

DU CORPS CELLULAIRE ET DE SON NOYAU.

Le contenu de la paroi cellulaire (*cuticule*), de la cellule en un mot, que représente chaque noctiluque se compose uniquement de la substance cellulaire sarcodique (protoplasma) et d'un noyau (endoplaste de Huxley et autres).

Celui-ci est sphérique, ou ovoïde quand il est comprimé, large de 0^{mm},035 à 0^{mm},055, suivant le volume de l'individu observé. Il est homogène, sans couleur propre, non granuleux, sans nucléole, à contour régulier, assez consistant, gonflé par l'eau sans être dissous, un peu resserré et à contour plus net après l'action de l'acide acétique. L'ammoniaque le dissout comme le reste du contenu, mais plus lentement et après l'avoir gonflé.

Le corps cellulaire proprement dit est représenté par une couche ou masse molle peu épaisse, entourant le noyau, sphéroïdale par conséquent et plus ou moins bosselée. C'est le *protoplasma central* d'Huxley et autres. Il en part des filaments sarcodiques fins et de plus en plus subdivisés et anastomosés, qui hérissent cette surface : c'est le *protoplasma périphérique* des auteurs. Il traverse la cavité du corps pleine d'un liquide incolore hyalin, déjà signalé par M. de Quatrefages, pour atteindre la paroi cellulaire; car on sait que le noyau et la substance précédente ne remplissent qu'une petite portion de cette cavité. En raison des contractions sarcodiques incessantes de la substance entourant le noyau, celui-ci est tantôt englobé par elle, tantôt saillant hors de la masse qu'elle représente, par une portion de sa surface ou même par toute sa surface, et retenu seulement par une mince couche hyaline de cette substanse, dans laquelle il rentre bientôt

L'ensemble de la substance sarcodique, entourant le noyau, est jaunâtre sous le microscope, d'un gris-jaunâtre à la lumière réfléchie. Elle est plus ou moins granuleuse, et selon la teinte et le volume des granules d'un jaune-orangé qu'elle contient ; l'amas qu'elle forme autour du noyau varie de ton depuis le gris pâle et le gris-jaunâtre orangé transparent jusqu'au jaune-brunâtre. Parfois elle est remplie de véritables gouttes huileuses sphériques qui la rendent presque opaque, et au lieu d'un diamètre total de 5 à 10 centièmes de millimètre qu'elle a ordinairement, son épaisseur est double. Quand les filaments, en se contractant, approfondissent l'infundibulum, cette masse peut être tirée jusqu'au centre même de la sphère que représente

l'animal. Quel que soit le point que semble occuper cet amas jaunâtre par rapport à cette sphère, suivant les positions qu'a prises l'individu observé, c'est toujours à la face interne du tégument limitant les lèvres buccales et à la place correspondant à la base du tentacule qu'il est appliqué. Suriray le premier a noté ce fait; et comme il appelle la bouche ; œsophage, il considère cette masse comme un estomac et les filaments qui en partent comme des *vaisseaux*. Il appelle *nervures* les ramifications étendues contre la face interne du tégument. Ses interprétations ont longtemps été acceptées et reproduites. Verhaege appelle *noyau* l'amas tout entier, substance sarcodique grenue et noyau cellulaire, sans spécifier l'existence de celui ci, que le premier pourtant il figure et il considère les filaments s'irradiant autour de ce centre jusqu'à la paroi cellulaire comme des *vaisseaux*. L'entonnoir, dit-il, conduit à ce *noyau;* mais il n'a pas vu la bouche.

Sans parler de ces dispositions anatomiques, Van Beneden (*Bulletin de l'Acad. roy. de Belgique*, Bruxelles, in-8°, t. XIII, 1re partie, janvier 1846, p. 85 et 2e partie, p. 14) a noté le premier d'après ses observations que les noctiluques ne sont pas des acalèphes, comme on l'admettait depuis de Blainville ; il pense qu'elles rentrent dans la classe des rhizopodes, après les infusoires ciliés et flagellés. (Voy. aussi Gervais et Van Beneden, *Zoologie médicale*. Paris, 1859, t. II, p. 425.)

D'autre part, en décembre 1846 (*Bulletin de la Soc. philomathique*, Paris, 1846, in-8°, p. 142), sans parler du classement zoologique des noctiluques, de leur noyau cellulaire, Doyère, le premier, a insisté sur ce fait : qu'il n'y a de fixe dans leur organisation que l'enveloppe, le tentacule (qu'il appelle encore une *trompe*), l'orifice buccal et la masse sarcodique correspondant à celui-ci ; que cette masse peut s'étirer en tractus déliés qui, sous les yeux de l'observateur, s'allongent lentement, disparaissent, se reforment, se soudent entre enx, ou au contraire se multiplient et se subdivisent presque indéfiniment; que cette masse est susceptible de se creuser des cavités où sont digérés des conferves et des infusoires se transportant d'un point à un autre en

traversant les organes adventices qui sont sur leur route; que hors de là il n'y a ni estomac, ni intestins, ni nerfs, muscles ou vaisseaux jusqu'alors admis dans ces animaux; que ces faits confirment ce qu'a dit Dujardin de l'organisation des rhizopodes, dont les appendices sont transitoires comme les filaments des noctiluques, contrairement à ce que Ehenberg avait avancé sur l'existence d'organes permanents dans ces animaux et dans les infusoires. Déjà, Suriray, tout en prenant les cavités contenant des conferves microscopiques et des infusoires pour des corps reproducteurs, avait noté qu'il est rare de trouver deux individus dont l'organisation soit la même.

DES FILAMENTS SARCODIQUES, DE LEURS VACUOLES ET DE LEURS GRANULES

On voit par là que c'est Doyère qui a montré que la masse de substance appliquée contre la bouche est sarcodique et non une cavité stomacale; que les filaments qui en partent sont des expansions ou tractus sarcodiques et non des vaisseaux, des nervures, des muscles, etc.; que les corps pris depuis Suriray pour des ovaires et des œufs, pour des corpuscules reproducteurs, colorés ou non, ne sont que des infusoires végétaux et animaux digérés dans les cavités qu'ils se creusent au sein de la substance sarcodique, à partir de leur pénétration par la cavité buccale. Depuis lors, Busch (1851) a seul pris encore ces cavités et leur contenu alimentaire pour des corps reproducteurs.

M. de Quatrefages (1850) a bien décrit et figuré les radiations des filaments d'aspect cristallin entre la masse granuleuse, comme centre, et la paroi, leurs subdivisions changeantes, leurs anastomoses, les petits renflements irréguliers fréquents au niveau de celles-ci; la formation de vacuoles contenant des corps colorés ou un liquide incolore; la translation de ces vacuoles, leurs changements de formes et de dimensions le long des filaments, sans qu'elles se rompent jamais; l'éloi-

gnement ou le rapprochement le long des filaments par rapport à l'amas central des granules de celles-ci, selon que ces filaments s'étirent ou s'épaississent, se divisent, se soudent ou se détachent de l'enveloppe du corps pour revenir dans la masse centrale à la manière d'un liquide visqueux.

M. de Quatrefages a bien vu aussi que les derniers filaments des tractus rayonnants anastomosés en trame se réduisent à une épaissseur de 0^{mm}, 001 et viennent aboutir à un réteau serré, à filaments extrêmement ténus de même nature, qui tapisse toute la face interne de la paroi propre de noctiluques. C'est ce réseau que Brightwell (1857) a figuré sous le nom de *membrane sarcodique*. Ses mailles sont polygonales, larges de 0^{mm}, 003 à 0^{mm}, 006 seulement (fig. 1).

Spécifions ici que les filaments sarcodiques d'aspect cristallin, qui du centre cellulaire s'irradient vers la paroi, différent beaucoup d'un individu à l'autre par leur nombre et leur volume; il en est dans lesquels ils la gagnent directement en produisant peu de ramifications et d'anastomoses; sur d'autres on observe le contraire, et il y a un véritable réseau filamenteux à mailles polygonales plus ou moins étroites entre le corps cellulaire et la paroi de l'animal. Outre ces filaments rectilignes, quelques-uus, sur certains individus, suivent en ligne courbe appliqués contre la face interne de cette paroi (fig. 26) ou près d'elle. Sur certains aussi, les vacuoles sont bien plus nombreuses que sur les autres, par suite de leur disparition et de leur reformation fréquentes dans des conditions encore mal déterminées. Elles sont pleines d'un liquide hyalin et de dimensions uniformes ou très-diverses; elles siégent sur la longueur des filaments ou aux points d'anastomose de leurs subdivisions, et chacune est, ou non, un centre d'irradiation de filaments plus fins.

Rappelons que ces animaux sont dépourvus de la *vésicule contractile* que possédent les infusoires ciliés et les rhizopodes; il en est ainsi du moins hors de l'époque où ils sont encore à l'état de gemme.

De nombreuses variétés d'aspect résultent des dispositions

organiques. D'autres variétés tiennent au plus ou moins grand nombre et aux différences de volume des granules d'un jaune plus ou moins foncé dont est semée la substance du corps cellulaire, et surtout à ce fait, que tantôt elles restent rassemblées dans la substance qui entoure le noyau, tantôt elles sont en plus ou moins grande quantité, entraînées le long des filaments contractiles, qui alors sont jaunâtres ou brunâtres vers leur base comme la masse. Ces granules sont souvent plus gros que les filaments qui les portent. Les uns sont dans l'épaisseur des filaments contractiles, les autres ne font qu'adhérer a leur surface. Ces derniers glissent sur cette surface pendant les allongements et raccourcissements lents et alternatifs des fils sarcodiques, et il en est qui, glissant en sens inverse, se croisent sur ce dernier, l'un se rapprochant du centre nucléaire, l'autre s'en éloignant. Au lieu de granules, ce peut être des gouttes d'huile, larges parfois de $0^{mm},01$, dont le corps cellulaire et ses filaments sont chargés, et qui leur donnent un aspect curieux. C'est un individu de cette sorte que Busch a décrit et figuré sous le nom de *Noctiluca punctata*.

On peut constater qu'à ces mouvements des granules à la surface des filaments correspondent des contractions lentes de la substance de ceux-ci, contractions qui se produisent en effet parfois dans un sens sur une face du filament et en sens opposé sur l'autre face. Il se contracte parfois aussi de telle sorte que son extrémité centrale tire les granules du côté du noyau, et l'autre bout les tire vers la paroi. Le filament s'amincit alors dans l'intervalle des deux portions en voie de contraction, mais sans jamais aller jusqu'à rupture.

La teinture d'iode glycérinée rend très-évidentes les dispositions des filaments sarcodiques, leur réseau délicat à la face interne de la paroi cellulaire (fig. 1), l'état finement grenu de celle-ci et les saillies de ces petites rugosités à la surface du tégument. Ces minutieuses particularités ne peuvent pas être parfaitement rendues par le dessin lithographique.

CONTRACTIONS DES FILAMENTS SARCODIQUES.

Pour se rendre compte de la manière dont se produisent les prolongements qui viennent successivement hérisser en quelque sorte la surface du corps cellulaire des noctiluques, du corps proprement dit des rhizopodes, des leucocytes, des chromoblastes, etc., il est absolument nécessaire de se reporter à l'examen des phénomènes de la contraction proprement dite, mieux connus en somme que ceux-ci. Ce n'est pas par une prétendue *force d'élongation*, autrefois admise pour les muscles, qu'a lieu ce phénomène. Ce qui le prouve, c'est la manière dont souvent on voit les granules contenus dans le sarcode courir en quelque sorte suivant l'axe du prolongement, plus vite que n'a lieu sa production, comme si la substance centrale de celui-ci était plus molle que sa superficie, ce qui est du reste.

L'expansion est due à la contraction de la substance de tout le corps de l'animal, qui expulse en quelque sorte, sur un ou plusieurs points où n'a pas lieu cette expansion, la substance contractile elle-même. La portion ainsi chassée en un prolongement, par les resserrements qu'offre parfois ce dernier, çà et là, et par les étalements temporaires de son extrémité, montre qu'elle conserve sa contractilité perpendiculairement au grand axe de celui-là. Du reste, la rentrée dans la masse de chaque prolongement n'a certainement lieu que par contraction de leur substance superficielle, de leur base vers leur sommet. Le fait est démontré par cette particularité : que les granules contenus dans l'axe des filaments des noctiluques ou des pseudopodes des amibes sont chassés de nouveau dans le corps de l'élément ou de l'animal plus vite que n'y rentre la substance même des expansions.

Il importe de saisir la nature réelle de ces phénomènes, qui, quelque minime que semble leur importance en raison de la petitesse des objets qui en sont le siége, ne laissent pas que de remplir un rôle dans l'économie. On sait que la contraction

musculaire consiste en une coagulation locale instantanée (secousse) de la musculine, avec durcissement et épaississement au point de la fibre où elle survient. Cet épaississement a lieu aux dépens du reste de la substance de l'élément, dont la *masse* ne change pas, d'où raccourcissement de celui-ci; la coagulation et le *renflement* sont temporaires en ce point, et courent en quelque sorte sur toute la longueur de l'élément en disparaissant partiellement ici pour se réformer au delà; de telle sorte que le renflement qui finit se joint partiellement à celui qui commence, ce qui uniformise le raccourcissement en l'augmentant. C'est un groupement de la substance en un renflement sphéroïdal, qui, comme une onde ou vibration, vient ici empiéter sur une autre par interférence et donner l'aspect d'une boule qui court le long de la fibre. La production de chaleur et d'électricité qui survient en même temps est due aux actions chimiques nutritives, qui s'activent alors, mais non au passage brusque d'un état demi-solide de la substance musculaire à un état plus solide.

On sait en effet, d'après Denis, que les phénomènes de coagulation, même lorsque c'est un *liquide* qui passe de cette manière à l'état *solide*, ont lieu sans élévation de température. La substance coagulée disparaît dans les échanges nutritifs tant que le cours du sang reste régulier, et ramène les choses dans leur état naturel, ou du moins dans leur état antécédent.

La rigidité cadavérique est un phénomène de même nature. (Voy. Littré et Robin, *Dict. de médecine*, 10e édit., 1855, et éditions suiv., article *Rigidité*.) Seulement il a lieu sur toute la masse de chaque élément à la fois, et non par secousse locale, et par suite sans renflement, ni disparition et reformation successives d'un point à un autre de celui-ci. Comme dans la contraction normale, du reste, il y a un raccourcissement des faisceaux musculaires, léger, il est vrai, mais observable et rendu sensible par les expériences. Il en est de même pour le très-faible épaississement correspondant de la masse musculaire. Mais, alors même que la circulation a cessé depuis plusieurs heures, expérimentalement ou sur le cadavre, le retour expéri-

mental du sang fait disparaître aussi l'état de coagulation, comme s'il s'agissait du cours sanguin normal, et avec la disparition de la rigidité uniforme réapparaît dans la fibre la possibilité de la rigidité temporaire, courant successivement avec interférences caractéristiques de la contraction.

Les contractures avec cette dureté si particulière, avec ou sans gonflement, dans les cas de myitis, de déchirure des muscles voisins des os fracturés, et dans d'autres circonstances analogues, ainsi que sur les cataleptiques et les hypnotiques, sont autant de faits de même nature. Dans les muscles rénitents par suite de congestion, inflammatoire ou non, avec rétraction quand ils sont déchirés, les surfaces de section restent nettes et fermes comme sur les muscles rigides cadavériquement. Ce sont là des rigidités musculaires par coagulation de la substance propre sur toute la longueur des faisceaux uniformément, rigidités disparaissant dès que les troubles circulatoires cessent et ramènent cette substance à son état antécédent par retour des échanges moléculaires nutritifs à ce qu'ils sont normalement. Il se passe là sur le malade ce qu'on obtient sur les suppliciés, par injection de sang faite avant que de l'état de coagulation des muscles rigides la musculine passe à l'état de putréfaction.

On sait de plus que, quelles que soient la dureté et roideur de corde tendue que prennent les muscles, soit contractés, soit surtout contracturés, la substance des fibrilles n'offre pas, dans ces conditions particulières de coagulation, plus de ténacité, plus de résistance à la rupture par traction, que dans l'état de demi-solidarité ou de relâchement ordinaire dans les intervalles des instants de traction. Le fait de la rupture des muscles au niveau même de la partie raccourcie, lorsqu'elle survient accidentellement, porte même à croire que la solidification ou coagulation de la musculine, enlève dans ces conditions un peu de solidité aux fibrilles, comme elle le fait dans la rigidité cadavérique, et cela bien avant que se montrent les premières traces du ramollissement consécutif précédant la putréfaction.

On voit en somme que contraction, contracture et rigidité cadavérique, sont des phénomènes dont la cause ou nature in-

time est la même; leurs différences dérivent de ce qu'elle est brusque, de courte durée, locale et avec épaississement, se déplaçant progressivement dans la première, tandis qu'elle est générale, uniforme et sous la dépendance de causes d'ordre circulatoire dans les autres, au lieu de dépendre de causes physico-chimiques et nerveuses.

Ces indications rappelées, il devient facile de comprendre ce qu'on observe plus en petit sur la substance homogène (*protoplasma*) ou sarcode des rhizopodes et des leucocytes sous certaines influences physico-chimiques du milieu ambiant, sur les chromoblastes sous l'influence de l'électricité, de la lumière, des nerfs surtout et de la circulation modifiant les afflux des principes du plasma sanguin.

De plus, dans certaines formes de ces allongements à la surface du corps de l'animal ou de l'élément, peut-être se produit-il moléculairement, si l'on peut ainsi dire, ce que l'on observe sur les muscles de la langue des reptiles, du caméléon surtout, des tord-cols, des fourmiliers, etc.

Sur ces vertébrés, en effet, c'est une succession rapide de contractions des muscles intrinsèques de leur langue qui a pour résultat, d'une part, le durcissement de l'organe en tel point de sa longueur, pendant que tel autre peut s'infléchir, et qui, d'autre part, amène en partie sa projection brusque en avant.

Ici chaque petit muscle lingual, en se durcissant, devient successivement le point d'insertion temporaire des faisceaux qui vont se contracter au-devant de lui, le tout avec une rapidité qui est la condition principale d'accomplissement du tout, c'est-à-dire de l'extension de l'organe vers un but hors de la place qu'il occupe au repos, avec inflexions possibles, suivant que tels ou tels faisceaux placés sur les côtés se contractent ou non, alors même qu'il n'y a que le derme pour point d'insertion principal, sans les pièces squelettiques des trompes de l'éléphant, des insectes, etc.

On comprend aisément que tout ce qui a été indiqué plus haut (p. 576) comme se passant sur chaque faisceau strié, sur

chacune de leurs fibrilles par conséquent, une fois produit comme il vient d'être dit, puisse également se passer sur chaque *flagellum* des infusoires et sur le pédicule des Vorticelliens, qui offre des inflexions et des torsions contractiles rapides analogues à celles des organes ci-dessus. Les relations entre les contractions des cils, des flagellums, du pédicule des Vorticelles et même des fibres musculaires, et les contractions des expansions sarcodiques, a du reste été spécifié déjà par Dujardin. On comprend en second lieu que dans certains mouvements, soit partiels, soit généraux, de divers rhizopodes (Arcelles, Petalopus, Podostomes, etc.), il y ait à la fois *contracture* sur une certaine étendue des prolongements et contractions ondulatoires vers l'extrémité des organes, ou même, au contraire, diffluence relative avec étalement par cessation de la contraction rendant au sarcode sa faible consistance primitive.

Ici seulement tout consiste, s'il est permis de dire ainsi, en une succession de déclics moléculaires, par alternances de ces contractions par coagulation et retours à la consistance première ou habituelle, grâce à l'intermédiaire des actes de rénovation moléculaire nutritive changeant successivement de place. D'où ces changements partiels de volume et de forme dominés au fond par des actes de décomposition et de recomposition chimique; car la prétendue influence trophique des nerfs ne peut être invoquée, ni quant au fait en lui-même, ni quant au rhythme, dans les leucocytes, dans les amibes et leurs fragments, dans le sarcode des cellules végétales, des ovules, non plus que dans les spermatozoïdes et les cils vibratiles de tout genre, tant végétaux qu'animaux.

Pour les amibes et les rhizopodes, la substance du corps coule en quelque sorte sur les corps que touchent ces êtres, avec ou sans élargissement, par étalement des extrémités de chacun de ces prolongements ou pseudopodes. Dans le cas des Noctiluques, les choses se passent un peu différemment. La paroi cellulaire a été originellement tout à fait remplie par le contenu sarcodique. Il en a été ainsi pendant toute la durée de leur existence à

l'état de gemme. Quand cette dernière grandit, le contact entre la paroi et son contenu ne cesse pas. Une portion de celui-ci reste appliquée à l'état de fin réseau à la face interne de le première, qui, grandissant plus que le corps cellulaire, lui restee relié par les filaments sarcodiques, avec production d'un liquide interposé à ces derniers. Il n'y a par suite jamais eu cessation de continuité entre la paroi, ou mieux entre le réseau sarcodique qui lui demeure adhérent et le corps cellulaire. Aussi remarque-t-on que, si la contraction de la masse cellulaire entourant le noyau se prête à la saillie, par expulsion, en quelque sorte, de portions filamenteuses de sa substance, les saillies nouvelles qui s'ajoutent aux filaments existants déjà semblent être le résultat du tiraillement exercé par quelque mince filet, auquel dans la masse cède une portion plus grosse que lui. En tout cas, dans le liquide interposé aux filaments sarcodiques et maintenant l'état de tension du sphéroïde que représente l'animal, on ne voit jamais le bout d'un fil ou pseudopode flottant et s'allongeant comme sur les amibes. Des extrémités de filaments ne se voient que lors de leur retrait graduel dans la masse, au moment de la mort et un peu avant la diffluence de cette masse.

SUR LE MODE D'ALIMENTATION DES NOCTILUQUES

En raison de la situation de la substance sarcodique contre l'orifice buccal, ou un peu sur tel ou tel de ses côtés, ou plus près d'une des commissures que de l'autre, les corps avalés glissent en quelque sorte contre elle en l'étalant plus ou moins quand ils sont gros, et en repoussant le noyau qui fait saillie, retenu seulement quelquefois par une mince couche de substance hyaline. Quand les objets sont volumineux, le corps cellulaire disparaît en quelque sorte tout à fait par étalement sur leur contour. Les filaments contractiles radiés sont naturellement alors bien plus courts que dans les conditions ordinaires.

Qu'il y ait un seul ou plusieurs corps étrangers ou alimentaires dans chacune des vacuoles qu'ils se creusent au sein du corps

cellulaire ou de ses filaments, une mince couche de liquide est toujours interposée au premier et à la mince paroi hyaline de celle-ci. Cette paroi, par suite, n'est généralement pas directement contiguë à son contenu. Elle est encore directement en continuité avec la substance du corps cellulaire ou en est éloignée, et ne reste reliée à elle que par des tractus hyalins. De sa surface, comme centre d'irradiation, partent alors d'autres filaments qui gagneut le réseau de la face interne de la paroi cellulaire. Ces vésicules, comme celles qui ne contiennent qu'un liquide, changent incessamment de place, ainsi que l'ont noté d'abord Doyère et M. de Quatrefages.

Les corps ainsi ingurgités par les Noctiluques sont tous les êtres unicellulaires ou paucicellulaires qui nagent dans l'eau de mer. Ce sont des Diatomées et des Palmellées surtout, parmi les plantes, avec leurs diverses couleurs, jaunes, bleues, rouges, vertes. Parmi les infusoires animaux, ce sont surtout des *Englypha*, des *Ceratium* et des *Tintinnus* avec leur carapace ou thèque, et bien plus rarement des infusoires ciliés nus parmi ceux qui nagent au milieu des précédents et des Noctiluques. Ce sont parfois de plus des œufs de petits gasteropodes (p. 582) ou plus souvent les jeunes sortant de l'œuf qu'entraînent avec leur coquille les mouvements ciliaires de leur velum. J'ai constaté que ces mouvements et ceux des cils des *Tintinnus* cessent de 4 à 6 minutes après qu'ils sont entrés dans la cavité du corps des Noctiluques. Il en est de même pour les spermatozoïdes des algues, les zoospores et les vorticelles libres déglutis parfois aussi.

Ces animaux déglutissent de même sans choix tous les granules des poussières jetées sur l'eau par les vents, tels que surtout les grains de pollen du pin maritime, des *Ulex*, des poils végétaux divers, les filaments colorés ou non des étoffes. J'ai vu des Noctiluques vivantes rendues très-longues et même traversées de part en part à la suite de l'ingestion de filaments de cette sorte plus longs que leur corps. Certains individus remplissent presque entièrement leur corps de grains de pollen, de diatomées, etc., qui leur donnent leur propre couleur, et

qui la donnent aussi à la couche formée par ces animaux à la surface de l'eau. Les Noctiluques déglutissent également les gouttes d'huile surnageant l'eau des ports où on les prend et les bulles d'air de l'eau des vases dans lesquels on les conserve. Il en est de même pour les poussières colorées qu'on met dans cette eau, ainsi que Suriray et surtout M. de Quatrefages l'ont noté déjà.

Huxley a admis autrefois que ces animaux ont un estomac et un anus ; mais il est certain que ces organes n'existent pas et que c'est par la bouche que sont rejetés les résidus alimentaires non digérés, ainsi que le soupçonnait Krohn. Cette expulsion se fait en général très-rapidement; on n'en saisit les phases que lorsqu'il s'agit de corps volumineux, parce qu'alors elle est lente. Je l'ai constatée pour des corpuscules relativement volumineux, ayant un diamètre d'un dixième de millimètre et plus, tels que des œufs et des embryons d'*Aclis*, de *Rissoa*, longs d'un dixième de millimètre ou environ, et d'autres petites espèces de gastéropodes, ou parfois même d'autres Noctiluques mortes ou vivantes. Dans ce cas, l'individu lentement dégluti est par ce fait chiffonné et allongé en boudin, plus long que le corps de l'autre, resté sphérique ; le premier, se repliant à la face interne de celui-ci, est tantôt digéré, tantôt rejeté peu après. J'ai vu une Noctiluque épaisse d'un demi-millimètre et achevant de déglutir une nymphe octopode de *Tyroghyphus longior* longue de $0^{mm},2$, tombée dans l'eau où étaient les Noctiluques. La bouche devient alors circulaire, et les lèvres se voient nettement avec leur teinte ocreuse. Webb (*loc. cit.*, 1855), qui à tort a aussi admis l'existence d'un anus sur ces animaux, a bien décrit leur *noyau entouré d'une membrane de matière jaune.* Il a bien vu le réseau des filaments qui en partent et ses vacuoles servant de sacs alimentaires.

SUR LA DURÉE DE LA VIE DES NOCTILUQUES

On ne sait rien de précis sur la durée de la vie des Noctiluques, et aucun auteur n'en parle. Elle paraît assez longue,

car on trouve quelquefois des Vorticelles simples ou à 2 et 3 subdivisions fixées par leur pédicule sur les Noctiluques qu'on vient de recueillir. J'en ai conservé dans une éprouvette pendant 16 jours, du 24 avril au 10 mai, et toutes n'étaient pas mortes lorsqu'elles furent jetées ; mais, dans les quatre derniers jours, elles avaient cessé de se reproduire. Il est utile de les mettre dans des vases contenant quelques algues vertes pour empêcher la putréfaction de l'eau. Elles vivent de 12 à 18 heures dans des verres creux placés sous le miscrocope, en ayant soin de renouveler l'eau. Leur mort s'annonce par la production de bosselures à la surface du corps, la production d'un grand nombre de vacuoles ou vésicules petites et très-pâles dans les filaments, le retrait successif de ceux-ci dans la masse périnucléaire grenue, ou leur destruction par la rupture des vacuoles précédentes.

Ces bosselures superficielles plissées de la paroi du corps de Noctiluques, dont la formation précède la cessation des mouvements flagellaires et tentaculaires, simulent au premier abord le soulèvement d'un tégument pelliculaire qui serait en voie de mue. Mais on ne voit pas un tel abandon de la paroi cellulaire, qui, s'il avait lieu, une fois achevé, montrerait sur celle-ci la fente buccale, ou une certaine fente à son niveau, et qui de plus porterait un moule tégumentaire du tentacule.

Ce n'est de plus que sur les animaux mourants que j'ai vu des filaments en voie de retrait montrant une extrémité périphérique libre. Hors de là, je n'ai jamais constaté la brisure des filaments sarcodiques admise par M. de Quatrefages, comme correspondant à la production de la lumière des Noctiluques.

La substance sarcodique se dissocie en suite par liquéfaction graduelle de sa périphérie vers le noyau central avec dispersion de ses granules. En même temps la paroi distendue devient vésiculeuse, elle se ratatine et se chiffonne quand elle est rompue ou quand son contenu s'échappe par la bouche. Elle éclate en effet parfois après réunion en amas de gouttelettes de tout le contenu ainsi liquéfié. Le tentacule résiste plus à la destruction cadavérique que le contenu ; mais ses stries disparaissent

presque aussitôt après qu'il a cessé de se mouvoir, et de l'état rubané il passe à l'état cylindrique. Les individus morts restent quelques heures au plus à la surface de l'eau, mêlés aux individus vivants ; mais ils tombent bientôt au fond du vase, où ils forment une couche nuageuse grisâtre d'individus à surface bosselée, et non tous ratatinés ni chiffonnés. Ceux qu'on place dans la solution concentrée d'acide picrique tombent de suite au fond également, bien qu'ils soient peu ratatinés. Il y a lieu de supposer que c'est au liquide remplissant la cavité du corps que traversent les filaments sarcodiques qu'ils doivent leur densité moindre que celle de l'eau de mer, ce qui fait qu'ils tendent toujours à revenir à sa surface, lorsqu'on les a forcés à descendre en agitant le liquide. Le liquide précédent, remplacé endosmotiquement après la mort par l'eau de mer plus dense, amène alors leur chute au fond.

On ne peut faire intervenir l'action de leur tentacule ni de leur flagellum quand ils surnagent, car ceux qui manquent de ces deux organes, et dont nous parlerons bientôt, sont toujours mêlés à ceux qui en possèdent et qui les agitent.

Il faut noter qu'une petite pluie suffit pour les faire disparaître en grande partie de la surface de la mer au bout de quelques minutes. Mis dans l'eau douce, ils deviennent turgescents ; presque toute la substance sarcodique passe à l'état filamenteux, et le noyau un peu gonflé devient visible sur toute sa périphérie. Peu à peu tout le contenu se dissout, le noyau et les granules exceptés, ou mieux se gonfle en devenant homogène, et sort en partie par la bouche ou par rupture de l'enveloppe, qui se chiffonne ensuite. Les mouvements du tentacule durent une demi-heure environ sur les animaux mis dans l'eau douce, sans que ses stries soient modifiées.

§ 2. — **De la reproduction gemmipare des Noctiluques.**

De tous les modes de reproduction des Noctiluques, la gemmiparité est le plus commun ; c'est celui qui conduit le plus à la multiplication rapide des individus et qui donne les indica-

tions les plus caractéristiques sur la nature zoologique de ces animaux. Ici, comme la reproduction fissipare, elle n'a lieu que sur des individus adultes, ayant un volume d'un demi-millimètre au moins. Busch (*loc. cit.*, 1851, p. 103-104) a le premier supposé que les jeunes Noctiluques tirent origine de gemmes internes, mais sans le démontrer, et du reste ce sont des gemmes externes qui les produisent. Sous le nom de *disque produisant* la lumière ou *disque lumineux*, il a figuré le disque des gemmes réelles, mais sans rien dire de leur nature par rapport aux Noctiluques.

Gosse (*A naturalit's ramble on Devonshire coast*, London, 1853, in-8°, p. 257) a le premier démontré clairement la reproduction des Noctiluques par des gemmes, mais sans en suivre les phases, non plus que les autres observateurs que j'ai cités plus haut.

Cienkowski (*Ueber Swarmerbildung bei Noctiluca miliaris. Arch. für mikroskop Anatomie*, Bonn., 1871, p. 131, pl. XIV et XV) a suivi la formation des gemmes, à compter du commencement de la segmentation en quatre, sur des Noctiluques qu'il décrit avec des formes, des saillies et des plis que je n'ai jamais vus tels qu'il les figure. Il a constaté l'absence de dépression buccale et de flagellum à cette époque, la présence des filaments sarcodiques, ramifiés et anatomosés autour des groupes (segments) de *protoplasma*, tels qu'on les voit dans les conditions ordinaires. Mais il ne décrit ni ne représente leur noyau, non plus que les phases de la segmentation de celui-ci et de la substance sarcodique, jaunâtre et grenue, qui l'entoure. Il dit à tort que le noyau disparaît alors.

Il a imparfaitement figure et décrit, mais bien réellement constaté : 1° la formation des gemmes en saillie ou mamelon à la surface du corps ; 2° la continuité de leur paroi avec celle de leur générateur ; 3° la continuité de leur contenu avec le *protoplasma* de ce dernier ; 4° la scission des 8, 16, 32, etc., mamelons en segments plus petits, en groupes de quatre, devenant autant de gemmes d'autant plus petites, se disposant en séries vermiformes rapprochées en plaque ou disque à la surface du

générateur, avec formation d'un flagellum mobile, puis passage à l'état libre par abandon de celui-ci les uns après les autres; 5° la grandeur et la forme de ce disque; 6° la couche de protoplasma et les filaments radiés qui en partent. Il décrit exactement les gemmes devenues libres et leur flagellum; mais il les figure beaucoup moins bien, en ce qui concerne particulièrement le contenu et la partie antérieure, qu'il appelle la *tête*. Il nomme *vésicule* la partie du corps cellulaire contenant le noyau. Il représente la pointe de la portion élargie et antérieure du corps des gemmes bien plus grosse et plus longue que je ne l'ai jamais vue. Il la donne (dans ses fig. 11 et 12) comme devenant plus longue parfois que tout le reste de la gemme, et comme devenant *probablement* le tentacule des jeunes Noctiluques, qui proviennent des gemmes par un développement ultérieur qu'il n'a pu suivre.

Je n'ai jamais pu voir des individus avec une pointe plus longue que celle que j'ai figurée (fig. 23).

Les faits qui précèdent sont confirmés par mes propres observations, dans lesquelles se trouvent en outre plusieurs données nouvelles relatives au noyau, à sa segmentation et aux autres phases de la production des gemmes.

La gemmation est précédée par la chute du flagellum et du tentacule avec rétrécissement graduel de la bouche, dont les deux commissures se rapprochent l'une de l'autre jusqu'à oblitération complète de l'orifice, atrophie et effacement de ses lèvres ondulées et de teinte ocreuse, atrophie également absolue de la pièce basilaire du tentacule et de sa dent, ainsi que du pli dorsal. L'animal est devenu, par suite, une sphère creuse à paroi close partout. Huxley les dit être probablement des formes enkystées.

Tous les individus en voie de reproduction gemmipare que j'ai rencontrés avaient au moins $0^{mm},3$, jamais moins, et en général un demi-millimètre. Il y en avait un sur deux cents ou trois cents environ.

Le corps cellulaire seul reste à la place qu'il occupait à la face interne de la paroi, et ses filaments sarcodiques conservent leurs dispositions rayonnantes, avec ou sans inclusion de cor-

puscules alimentaires, qui restent englobés sans présenter de changements jusqu'à la fin de ces phases reproductrices.

Ces animaux adultes reprennent ainsi, au moment de la reproduction, les caractères de cellules proprement dites, closes de toutes parts, pourvues d'une paroi et d'un corps cellulaire avec son noyau. Mais il n'y a rien là de comparable à l'enkystement qui précède la reproduction de divers infusoires (*Eugléniens*, etc.).

Lorsque le hasard des observations fait tomber sur un individu ainsi constitué, on n'est averti de sa nature gemmipare que lorsqu'on voit son noyau s'allonger, ainsi que la substance sarcodique jaunâtre ambiante. De plus, si l'animal est placé de manière que le corps cellulaire soit de profil, on remarque que ce dernier est logé dans une bosselure ou soulèvement de la paroi cellulaire, telle que l'une de celles que montre la figure 15. Comme dans cette figure aussi, on voit que la substance jaunâtre forme en quelque sorte une calotte interposée à cette paroi et au noyau, qui est saillant du côté de la cavité du corps, et qu'on croirait à nu de ce côté, si quelques filaments sarcodiques ne partaient en rayonnant d'une mince couche incolore, finement grenue, qui s'étend sur cette portion de sa surface. Aussi les phases de la segmentation du noyau se suivent-elles mieux lorsqu'on l'observe par sa face interne, au travers de tout le corps de l'animal, qu'en l'examinant directement du côté de la bosselure au travers de la substance sarcodique jaunâtre, dont la scission est immédiatement consécutive à celle du noyau même ; car, loin de disparaître, comme le dit Cienkowski et comme l'admet Huxley, le noyau est le siége d'une série de phénomènes remarquables.

PHASES DE LA GEMMATION.

La scission du noyau et du corps cellulaire a lieu en 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, et s'arrête à 256 sur quelques individus, mais le plus souvent arrive jusqu'à 512. Elle s'accomplit de la même manière depuis le commencement jusqu'à la fin ; on peut voir qu'à mesure qu'elle a lieu, la paroi cellulaire de l'individu

générateur se soulève en bosselure, puis en poche, pour loger chaque segment nucléaire et cellulaire à mesure qu'il s'individualise par scission. Durant mes observations faites du 24 avril au 12 mai, à Concarneau, par une température variant de 12° à 18°, chaque phase de la segmentation de 1 en 2, de 2 en 4 segments, etc., a toujours duré de une heure à une heure et demie, soit 11 à 12 heures pour la totalité des phases de la production des gemmes, au nombre de 256 ou le plus souvent de 512.

L'observation des phénomènes décrits ci-après ne présente aucune difficulté jusqu'à la division de 32 en 64 segments. Celle de 64 en 128 et au delà demande seulement l'emploi d'un grossissement plus fort, et par suite veut plus d'attention. De plus la présence du noyau et de la substance sarcodique dans une loge de la paroi du corps modifie la segmentation de celle-ci.

Les phases de la segmentation sont les suivantes. Le noyau du corps cellulaire ou de l'un de ses 2 ou 8 segments (fig. 15) s'allonge en cylindre terminé par deux extrémités mousses, et en même temps devient uniformément et finement grenu dès le début, pour conserver cet état jusqu'à la fin. En même temps la substance sarcodique jaunâtre qui l'entoure s'étale en couche ovalaire et sonvent très-régulièrement (fig. 7). D'autre part, de la périphérie de cette masse logée dans une bosselure de la paroi propre, s'irradient au delà, contre la face interne de celle-ci, de nombreux filaments presque incolores, ramifiés et anastomosés, circonscrivant d'abord une infinité de mailles étroites (fig. 8), polygonales ou circulaires, d'aspect vésiculeux, qui bientôt se contractent et se rassemblent peu à peu autour du noyau.

Il importe actuellement de décrire séparément et une fois pour toutes la scission du noyau d'une part, et de l'autre celle de la substance sarcodique ambiante.

Dès que le noyau s'est allongé en un cylindre mousse aux deux bouts, son milieu (fig. 7) devient très-finement strié en long, à stries nettes, résultant manifestement de la juxtaposition de très-minces filaments incolores, que la compression montre être mous et flexibles.

Cette striation, cette production fibrillaire sous forme de bandelette dans le milieu des noyaux sphériques après leur allongement, ou de ceux qui sont naturellement ovoïdes, parallèlement à leur grand axe, a été décrite et figurée comme phénomène constant de la segmentation des noyaux des plantes et des animaux, tant vertébrés qu'invertébrés, par Auerbach (1874), Strasbürger (1875, et *Ueber Zellbildung und Zelltheilung.*, analysé dans ce recueil, 1877, p. 87), Bütschli (*Zeitschr. für wissensch. Zoologie*, Leipzig, 1875, p. 201 et 426), ainsi que par E. Van Beneden, sur les Dicyémides et sur les cellules ectodermiques du Lapin (*Bulletins de l'Ac. roy. de Belgique*, 1876, in-8°, t. XLI et XLII, p. 63, pl. I, fig. 28, et pl. III, fig. 1 à 11). Seulement la division subséquente en deux du noyau des Noctiluques se produit un peu autrement.

Au lieu d'être due à la formation d'une mince plaque équatoriale, perpendiculaire à la direction des fibres et coupant en quelque sorte celles-ci par le milieu, elle survient ainsi qu'il suit.

Dix minutes environ après l'apparition des stries, la substance, restée grenue aux deux extrémités du noyau, devient sphérique, à contour pâle mais net. Ces deux sphères sont reliées l'une à l'autre par le faisceau ou bandelette de fibrilles (fig. 7). Quelques minutes après, le corps cellulaire sarcodique devient presque cylindrique ; la bandelette striée qui unit les deux nouveaux noyaux finement grenus, se rétrécit un peu vers son milieu. L'un de ces deux noyaux présente une incisure, vers celui de ses pôles qui regarde l'autre noyau : si bien qu'au bout de dix minutes environ, il simule un cylindre qu'on aurait replié presque jusqu'à ramener au contact ses deux extrémités. Un intervalle clair, continuant la direction de cette incisure, sépare en deux fascicules la bandelette striée (fig. 8). Ces dispositions s'exagèrent ensuite, et le corps cellulaire sarcodique s'étrangle vers le milieu de l'espace qui sépare les deux noyaux (fig. 9). Peu à peu cet étranglement augmente ; celui du faisceau strié intermédiaire aux deux noyaux également, et ce faisceau s'infléchit. L'incisure de celui de ces noyaux qui en a une, tend à dispa-

raître par contiguïté et soudure des portions contiguës de cet élément (fig. 10).

Dix minutes environ plus tard, cette soudure est réelle, si ce n'est au centre, où elle reste avec l'aspect d'une cavité en forme de virgule. La bandelette striée intermédiaire s'allonge et s'infléchit en se recourbant en quart de cercle, de manière à rapprocher un peu l'un de l'autre les deux noyaux nouveaux qu'elle relie encore ensemble. Tous deux grossissent un peu, et semblent le faire en attirant à eux par intussusception la substance de cette bande fibrillaire, qui n'est plus recouverte que par une très-mince couche de la substance sarcodique jaunâtre qui, en s'étranglant de plus en plus, est déjà presque tout à fait segmentée en deux (fig. 11). Un quart d'heure après, cette scission est complète ; la bandelette striée, bien plus incurvée, se rétrécit (fig. 12), et le noyau qui présentait une incisure n'offre plus qu'une très-petite cavité centrale claire, simulant un nucléole. Dix minutes plus tard, la susbtance de la bandelette striée rentrant de plus en plus dans les deux noyaux, celle-ci est devenue mince vers le milieu de son étendue jusqu'à interruption de continuité, et ne forme plus que deux appendices grêles striés attenant chacun au noyau correspondant (fig. 13). Peu après, chacun de ceux-ci disparaît par rentrée totale de sa substance dans le noyau, et la segmentation est complète (fig. 14).

Quant à la substance sarcodique étalée en filaments réticulés autour de la mince couche périnucléaire (fig. 8), sa périphérie se rétracte avec soudure des filaments en une bordure jaunâtre plus ou moins homogène (fig. 12, *a*). Elle se rapproche de plus en plus du noyau, et se resserre elle-même en forme de bissac ou de bourse double, froncée, surtout au niveau de l'étranglement qui annonce la scission de celui-ci (*b*). Ce resserrement augmente graduellement, et, une demi-heure environ après son apparition, la segmentation de cette substance est complète (fig. 13, *b*), alors que le réseau des filaments sarcodiques existe encore entre la bordure indiquée plus haut (*a*) et la mince couche enveloppant le noyau. Cette segmentation s'achève ainsi

deux à trois minutes environ après que celle du noyau est complète. En un quart d'heure environ, après qu'elle est achevée, le retrait du réseau sarcodique amène la réunion de la bordure (*a*) et de la couche périnucléaire en une seule couche ou masse jaunâtre, grenue, à surface plissée en saillies costiformes (fig. 16, *a. b, c*), sur lesquelles se moule exactement la paroi propre du corps des Noctiluques.

Ces saillies ou côtes jaunâtres sont disposées obliquement les unes par rapport aux autres, comme si la segmentation était le résultat d'une torsion amincissant la substance molle (fig. 15, *d*, et fig. 17, *d*), jusqu'à rupture entre les deux noyaux. Cette sorte de plissement est surtout marqué à compter de la scission en 4, et n'est plus ou presque plus sensible lors de la division des 64 gemmes en 128. Ce plissement existe sur tous les segments représentant le contenu d'autant de gemmes, sans être identique d'aspect sur chacun d'eux.

Il faut spécifier que la substance sarcodique jaunâtre n'est en rapport avec le noyau qu'entre lui et la face interne de la bosselure de la paroi du corps dans laquelle il est enfoncé (fig. 15, *a*, *b*, *c*); elle est appliquée sur lui sous forme de calotte en quelque sorte. Quant à la face de ce noyau qui est tournée vers la cavité de la Noctiluque, elle n'est couverte que par une mince couche sarcodique incolore, hyaline. De là partent encore des filaments rayonnant dans cette cavité se rendant à la face interne de la paroi, avec changements incessants de leurs dispositions, comme sur les individus ayant leur tentacule. Ce n'est que lorsque la scission porte à 64 ou au delà le nombre des gemmes que toute la superficie du noyau se trouve circonscrite par la substance jaunâtre en même temps que par la paroi propre de l'individu reproducteur.

D'une Noctiluque à l'autre, à une même période de ces phénomènes, il y a des différences : 1° quant à l'état plus ou moins strié ou fibrillaire de la bandelette qui relie temporairement les deux moitiés du noyau en voie de segmentation ; 2° quant à la teinte plus ou moins foncée de la couche de substance appliquée contre le noyau et quant à la régularité de son contour ;

3° quant à l'étendue des filaments sarcodiques qui en partent, et quant aux configurations des mailles du réseau qu'ils forment; 4° quant à la forme des contours de ce réseau, pendant que par contraction sa substance vient s'unir à celle qui est restée immédiatement péri-nucléaire. Mais toutes au fond rentrent dans le type que j'ai figuré d'après un individu sur lequel j'ai suivi la segmentation depuis la première jusqu'à la production de 64 gemmes (fig. 18) durant 7 heures environ.

Au moment de l'achèvement de la scission en deux de la couche périnucléaire et de la substance réticulée qui se rassemble autour d'elle (fig. 13 et 14), la disposition extérieure des deux saillies de la paroi du corps et du segment nucléo-cellulaire qui la remplit, est analogue à celle que représente en *a* la figure 15. Aussitôt après, ces deux saillies et leur contenu s'écartent de plusieurs centièmes de millimètre en moins de 10 minutes (comme de *a* en *b*). Alors survient la scission de 2 en 4 segments (fig. 15, *a*, *b*, *c*), ayant lieu comme il a été dit de la première. Même série de phénomènes pour celle de 4 en 8 segments, avec cette particularité que la saillie ou bosselure du tégument devient d'autant plus prononcée et plus plissée que le nombre des segments augmente et que leur volume devient moindre. Leur forme mamelonnée et les plis de leur surface ne se voient bien que lorsque l'animal générateur est placé de telle sorte qu'on les aperçoit de profil. Vus de face, ils ont l'aspect de petites plaques grenues au centre de chacune desquelles le noyau forme une tache claire, et dont la périphérie mal limitée est pâle, comme dissociée et filamenteuse, réticulée, avec union les uns aux autres de ces contours.

Dès cette période, et surtout lorsque le nombre des gemmes arrive à 16 (fig. 16), leur disposition en groupes de 4 est très-manifeste. Du reste, la scission n'est pas simultanée pour tous les segments cellulaires ou gemmes. Elle est déjà achevée sur quelques-uns des segments avec écartement de leurs subdivisions qu'elle n'est encore qu'à moitié produite sur d'autres (fig. 16, *a*, *b*, *c*); parfois même elle en est là (fig. 17, *d*) alors qu'elle

recommence déjà sur les segments qui viennent de s'individualiser (*f*).

Il en est ainsi jusqu'à la fin de cette sorte de double formation par segmentation et gemmation simultanées, associées l'une à l'autre dans la reproduction gemmipare des Noctiluques.

Lorsque la segmentation est arrivée à 32, chaque gemme commence à se rétrécir sur la ligne de continuité de sa paroi avec celle de l'individu générateur (fig. 17, *a, b, c*); on le voit bien lorsque celui-ci, en roulant, montre successivement les diverses parties de sa surface et quelques gemmes de profil qu'on peut, par une légère pression, rendre plus saillantes qu'elles n'étaient d'abord. Ce rétrécissement, qui ne conduit pas à la formation d'un pédicule, augmente graduellement dans les périodes ultérieures de la scission. Il conduit à l'isolement complet des gemmes et du générateur, paroi et contenu cellulaire, lorsque le nombre de celles-ci arrive soit à 256, soit à 512.

Dès la segmentation en 8 et surtout en 16 et 32, on ne voit d'abord qu'une masse ou plaque grisâtre, molle, plus ou moins finement grenue. De ses contours, mal limités, riches ou non en petites vacuoles (fig. 19, *a*), parfois plissés, s'irradient des filaments sarcodiques appliqués contre la face interne de la paroi des Noctiluques dans toute l'étendue de la portion qui porte les gemmes et au delà. Celles-ci même semblent plongées dans cette sorte de gangue lorsqu'on voit leur ensemble de face; mais la situation réelle de la gangue devient manifeste lorsqu'en roulant, l'animal les montre de profil; elle est constituée par une portion du contenu des Noctiluques, voisin du corps cellulaire, qui forme un surplus par rapport à la substance jaunâtre remplissant la cavité de chaque gemme, et qui seule est englobée par elles. Cette substance est parfois plissée et comme trouée au-dessous du point d'attache des gemmes à la paroi de l'individu générateur.

La scission qui amène les gemmes de 32 à 64 s'annonce (fig. 17) à l'intérieur de celles-ci par une incisure (*e*) à contours foncés, réfractant assez fortement la lumière, qui gagne rapidement leur centre, puis le dépasse (*f*) pour bientôt devenir com-

plète (fig. 18, *f*). Les nouveaux segments ainsi individualisés ressemblent à peu près à deux grains de café accolés par leurs faces planes, marqués de plis transversaux, ayant une extrémité amincie et l'autre au contraire un peu renflée, variant d'aspect suivant qu'on les voit de face, de côté ou par un bout.

Peu après que la scission est achevée (fig. 18), les plis s'effacent sensiblement, et chaque gemme ressemble un peu à une outre dont l'extrémité la plus grosse est adhérente, l'autre libre et saillante, avec une des faces un peu aplaties. Leur groupement par quatre est encore bien visible (fig. 18). Dans ces groupes, les gemmes se touchent, mais eux sont un peu écartés les uns des autres, disposés ou non en séries vermiformes curvilignes, arrangements dont Cienkowski a exagéré les apparences dans ses figures. Chaque gemme vue par une de ses extrémités offre alors l'aspect d'un corps sphéroïde jaunâtre, à contour net réfractant assez fortement la lumière avec une tache circulaire centrale grisâtre (fig. 19, *d*) ou incolore, par laquelle il semble adhérer à la paroi du générateur, et qui n'est autre que le noyau.

CARACTÈRES DES GEMMES A LA SURFACE DU CORPS DES NOCTILUQUES.

La scission de 64 en 128 vue en 256 ou même en 512, a lieu encore exactement comme il vient d'être dit, bien qu'un peu plus rapidement. Après l'achèvement de cette dernière (fig. 19), les gemmes par leur ensemble forment une plaque ou disque quadrilatère à angles mousses, à contour un peu courbe, parfois irrégulièrement ovalaire (fig. 20). Les gemmes sont toutes contiguës ou à peu près sur certains individus, un peu écartées sur d'autres, avec groupement par quatre encore reconnaissable, ou même de seize groupes composés chacun de seize cellules. Le disque recouvre environ le tiers ou le quart de la sphère représentée par l'individu générateur.

L'extrémité libre de chaque gemme vue de côté est devenue pointue, un peu recourbée du côté de la face qui, plane aupara-

vant, est devenue concave, comme creusée en cuiller (fig. 19 *b* et 22, *b*). Cette pointe paraît mousse sur les gemmes vues par cette face, ou par l'autre, qui est convexe.

L'achèvement de la segmentation et de la séparation des gemmes et de l'individu générateur au point de leur continuité est annoncé par plusieurs particularités. En premier lieu, certaines des gemmes verticales se couchent brusquement sous les yeux de l'observateur contre la paroi de l'animal qui les porte ; elles sont retenues par une très-mince pellicule de substance amorphe à peine grenue, glutineuse, existant sur cette paroi, entre elles, et sans doute produite par celles-ci. L'achèvement de la scission est annoncé en outre par l'apparition du flagellum se détachant de la face concave de chaque gemme et la dépassant. L'ensemble de ces organes minces et pâles vient hérisser en quelque sorte la surface du disque formé par les gemmes. D'abord immobile, le flagellum commence à s'agiter dès qu'il a une fois et demie à deux fois la longueur de la gemme. Complétement développé, il a de 6 à 7 fois la longueur de la cellule qui le porte. Il met moins d'une heure à croître entièrement, et c'est après cet achèvement que chaque gemme commence à se détacher de l'individu générateur, comme il sera dit plus loin, pour vivre isolément de son côté.

Malgré la vivacité de leurs ondulations, les flagellum n'impriment aucun mouvement à la Noctiluque qui porte encore la totalité des gemmes. Pendant qu'ils s'agitent, avant, même que chacun d'eux aie sa grandeur et la gemme sa forme définitive, on peut les détacher par la compression ou des frottements, en même temps que commence le développement du flagellum, ou saisir à un fort grossissement l'apparition d'une et parfois de deux vésicules contractiles dont il sera question plus tard, et le contenu cellulaire à contractions sarcodiques lentes s'écarte et se rapproche de la paroi cellulaire (fig. 21. *a*, *b*).

Quand le flagellum apparaît, les gemmes, dans le disque ou plaque qu'elles forment, ont un aspect jaunâtre, lisse et brillant, sans que soient visibles les granules et le noyau qu'on

distinguait avant, et qu'on revoit plus tard après leur mise en liberté. Il y a cependant quelques Noctiluques dont les gemmes, au lieu d'être jaunâtres, sont alors presque incolores avec tout le corps finement grenu, à l'exception du noyau, visible alors et à peu près homogène. Dans les individus placés de champ et non de face, le noyau se montre un peu courbé en quart de cercle (fig. 22, *a*), et c'est du côté de sa concavité qu'on peut entrevoir la vésicule contractile indiquée plus haut (p. 595).

J'ai vu plusieurs fois des *Campylopus* (Plesconiens) longs de 0^{mm}, 04 à 0^{mm}, 06 marcher à la surface d'un disque de ces gemmes et avaler successivement plusieurs de celles-ci jusqu'à s'en remplir et se distendre notablement. J'ai assisté plus d'une fois au phénomène suivant : Une *Lacrymaria coronata* rencontrant à la surface d'un disque un *Campylopus* déjà gorgé de gemmes appliquait son extrémité dite frontale ou buccale sur celui-ci, avec raccourcissement rapide de son cou, de manière à devenir à peu près demi-globuleux en couvrant l'autre infusoire; le corps de ce dernier, comme aspiré et étiré était dégluti, en une demi-minute au plus, avec les gemmes formant son contenu; on voyait ensuite celles-ci dans le corps de la *Lacrymaria* comme on les voyait avant dans le *Campylopus*.

Cienkowski a déjà noté, que sous des influences nuisibles à l'individu générateur, le disque entier des gemmes s'en sépare parfois. J'ai aussi constaté ce fait. Dans ces cas-là, sur des individus observés depuis plusieurs heures dans un porte-objet creux, j'ai vu leur tégument se briser loin des gemmes, le contenu hyalin, finement grenu, s'échapper en même temps que l'ensemble de la plaque des gemmes se détachait, sans passage de celles-ci à l'état libre. C'est à peine si l'on entrevoyait un peu de matière hyaline entre elles, et seulement à leur extrémité, auparavant adhérente. La plaque ainsi devenue libre se recourbait aussitôt sur elle-même en une masse, soit sphéroïdale, soit cordiforme (fig. 22), en même temps que le mouvement du flagellum devenait encore plus vif qu'avant, avec toutes les variétés qu'offre celui des Noctiluques adultes. Néanmoins ils n'imprimaient aucun mouvement à la masse des gemmes ainsi

constituée. Après une demi-heure environ, elles se séparaient un à un ou quelques-nns à la fois pour nager librement.

Dans les conditions ordinaires, le passage à l'état libre des gemmes a lieu ainsi qu'il suit. Elles se détachent une à une, tant surtout de la périphérie du disque, représenté par leur ensemble, que de tel ou tel point du reste de son étendue, de manière qu'en quinze ou trente minutes au plus, il ne reste plus que quelques îlots formés de gemmes contiguës ou un peu écartées les unes des autres. Celles-ci s'isolent plus ou moins tard après les précédentes, et il en est qui meurent sans se détacher, après avoir agité plus ou moins longtemps leur flagellum. Après la cessation de ces mouvements, celui-ci reste rectiligne ou onduleux, et se réduit à l'état de très-fins granules sphériques, contigus ou un peu écartés, qui se dissocient plus tard sous l'influence de la moindre secousse.

Quant à la cellule même de la gemme, elle devient hyaline, sphérique, par gonflement cadavérique, à l'exception des granules jaunes de son contenu, qu'on distingue alors mieux qu'auparavant, et repoussés à la face interne de la paroi cellulaire. L'eau douce produit un effet semblable après avoir arrêté les ondulations du flagellum. Dans ces derniers ordres de conditions, l'on voit que c'est sur le noyau surtout que porte le gonflement, tandis que le corps cellulaire jaunâtre s'amincit par compression ou dissolution, ses granules jaunes exceptés.

Je n'ai rien pu constater qui puisse prouver que l'évolution des gemmes dans chaque disque, jusqu'à leur passage à l'état libre, se fait particulièrement du centre à la périphérie, comme le dit Cienkowski.

Durant ces observations l'on voit : 1° Que les gemmes devenues libres progressent rapidement en sens variés, par suite des ondulations et inflexions diverses de leur flagellum, leur extrémité la plus épaisse en avant (fig. 23, *f*), comme le font les *Eugléniens* et les *Thécamonadiens* ; seulement, tandis que sur ceux-ci tous les flagellums, insérés sur la plus grosse extrémité, s'agitent en avant de l'animal, qu'ils traînent en quelque sorte derrière eux, pour les gemmes de Noctiluques, le flagellum en

mouvement est toujours comme traîné derrière la cellule, qu'il pousse en fait devant lui, bien qu'il soit inséré plus près de l'extrémité antérieure que de l'extrémité postérieure aplatie (fig. 23 *a*, *b*, *c*, *e*, *f*).

2° On voit de plus que c'est l'extrémité antérieure, flagellifère, ou la plus grosse, qui était en continuité de substance avec la paroi et le contenu du générateur, qui reste quelque temps adhérente à cette paroi après s'en être séparée par rétrécissement graduel et cessation de continuité molécule à molécule, tandis que c'est l'extrémité postérieure ou amincie qui est superficielle et saillante dans le disque formé par leur ensemble.

Après le départ de toutes, ou du moins presque toutes les gemmes, la place qu'elles occupaient est comme finement grenue, peu régulière. A la face opposée ou interne de la paroi de l'animal, qui reste sphérique, on trouve encore appliquée une couche de substance incolore, grenue, striée ou non. Dans celle-ci on voit le reste des granules du corps cellulaire jaunâtre réuni en gouttes d'aspect huileux, orangées, qui se soudent encore en plus grosses gouttes sous les yeux de l'observateur. Il en part quelques minces filaments sarcodiques, ramifiés et anastomosés, allant rejoindre la face interne de la paroi du côté opposé du corps dont ils traversent la cavité.

Il m'a été impossible de voir si les individus sphériques, sans bouche, tentacule ni flagellum, qui viennent de produire ainsi des gemmes, se reconstituent un noyau et un corps cellulaire à l'aide et aux dépens de ce qui reste de leur contenu sarcodique, avec production ultérieure des organes extérieurs ci-dessus, ou s'ils se détruisent. Cienkowski a noté, en effet, qu'on ne conserve les Noctiluques vivantes sous le microscope que pendant douze heures. J'en ai suivi pourtant pendant seize heures. On peut en avoir ainsi pendant plus de deux semaines dans des cristallisoirs avec des algues vertes au fond du vase; néanmoins, à compter du quatrième ou du cinquième jour, le nombre des individus en voie de reproduction, tant gemnipare que fissipare, diminue notablement.

Il n'est pas sans importance de noter ici que le contenu de

l'ensemble des 256 ou des 512 gemmes, forme une masse de substance notablement plus considérable que celle qu'a fournie le corps cellulaire du générateur; que la paroi de ces gemmes représente une étendue superficielle plus grande que celle qui a été empruntée à l'enveloppe du générateur, lequel du reste ne diminue pas de volume pendant toute la durée des phénomènes susdécrits. Il y a par conséquent un accroissement corrélatif de masse, par augmentation d'assimilation nutritive de ces deux ordres de parties, paroi et contenu cellulaire, ainsi qu'on l'observe durant tous les modes de reproduction.

Quoi qu'il en soit, il y a dans les cellules reproductrices ainsi individualisées un noyau, substance cellulaire propre et paroi, emprunt au générateur, sans discontinuité matérielle de provenance; ce sont donc des *gemmes* dans toute l'acception du mot. Sous ce rapport, ce ne sont pas des *Zoospores*, celles-ci n'empruntant rien à la paroi de la cellule dont elles dérivent, même leur propre paroi, quand elles en ont une, mais seulement au contenu ou protoplasma de celle-là.

STRUCTURE DES GEMMES LIBRES EN PARTICULIER.

Les gemmes libres des Noctiluques ont une longueur de $0^{mm},018$, rarement $0^{mm},020$, et plus rarement encore $0^{mm}.016$. Leur largeur est de $0^{mm},012$ à $0^{mm},014$; leur partie antérieure, qui est la plusé paisse, mesure, $0^{mm},010$. Au moment où elles deviennent libres, elles s'élargissent, se raccourcissent et s'amincissent un peu. Leur teinte générale est jaunâtre. Vues de face, elles sont ovalaires, avec une extrémité un peu plus étroite que l'autre, qui est dirigée en avant durant leur locomotion. Cette portion antérieure est la moins transparente et la plus granuleuse. Elle n'est occupée que par de la substance jaunâtre, semblable à celle du corps cellulaire sarcodique des adultes. L'arrière de la gemme, un peu plus large et plus transparent, est occupé par le noyau, sans nucléole, incolore, à peine grenu, circulaire (fig. 23, *a*. *d*, *e*), s'il est vu de face; aplati, courbé en

quart ce cercle, s'il est vu de côté. Au niveau de sa face concave, la substance du corps cellulaire qui l'entoure, montre une vacuole ou vésicule pâle à contractions très-lentes, large au plus de $0^{mm},004$ (*e*, *f*). Elle paraît et disparaît alternativement par dilatations et resserrements lents, comme celle des Amibes, etc, Elle n'est apercevable qu'autant que cette face est tournée du côté de l'observateur ; or c'est généralement sur cette face que glissent les gemmes en mouvement. La face opposée ou dorsale est bombée, surtout en avant, ce qui ne s'aperçoit bien du reste que sur les gemmes placées de champ. Dans cette situation seulement, on voit bien qu'en avant, vers la portion antérieure, qui est la plus étroite des gemmes observées de face, elles sont notablement plus épaisses qu'au-dessous. On voit alors aussi que cette partie plus épaisse surplombe en quelque sorte la face ventrale, en se prolongeant sur elle en une très-courte pointe médiane, à sommet plus ou moins mousse ; que de plus c'est sous cette pointe, et ainsi plus près de l'extrémité antérieure que de la postérieure, qu'est inséré le flagellum (fig. 23, *b*, *c*, *f*). Une ligne transversale séparant cet épaississement du reste de cette face, s'aperçoit lorsqu'elle est tournée du côté de l'observateur. La portion ventrale de cette partie épaisse est plane ou à peine courbe, et se continue à la partie tout à fait antérieure à angle net, presqu'en pointe, avec la surface dorsale bombée. Au-dessous de cette pointe, la face ventrale ou flagellifère est concave, creusée en cuillère, à bords nets, presque tranchants, ce qui se voit mieux sur les individus placés de trois quarts que dans toute autre position (*f*).

Le flagellum, six à sept fois aussi long que la gemme, a un millième de millimètre d'épaisseur dans toute sa longueur, et se termine sans amincissement.

C'est aussi sur les gemmes placées de profil qu'on voit que le noyau est circulaire, plus mince de moitié au moins qu'il n'est large, et courbé en quart de cercle du côté de la face flagellifère ; que de plus il est placé au niveau de sa portion mince et concave en arrière de la portion épaisse.

L'eau et l'ammoniaque gonflent et dissolvent ce contenu cel-

lulaire, à l'exception des granules jaunes qui le parsèment et de la paroi ; on constate alors que celle-ci a une légère teinte jaunâtre.

Importantes ou non, presque toutes les particularités qui précèdent, n'avaient pas été décrites ou l'ont été peu exactement.

Il importe de ne pas prendre le *flagellum* des gemmes pour le *tentacule*, et de ne pas lui en donner le nom, comme l'ont fait quelques auteurs.

Les gemmes sont, comme on le voit, autant d'individus nouveaux, unicellulaires comme celui dont ils proviennent. Lors de leur accroissement évolutif ultérieur, ces individus restent toujours unicellulaires, du moins nulle phase évolutive plus élevée que la forme tentaculée n'a jusqu'à présent été observée.

DÉVELOPPEMENT DES GEMMES EN NOCTILUQUES.

Cienkowski croit avoir vu le début de ce phénomène. Il admet que la pointe de la face flagellifère (que je n'ai pas vue telle qu'il la représente) devient le tentacule du nouvel individu par son allongement. Mais je n'ai jamais pu constater cet allongement, et il se pourrait que ce qu'il a décrit et figuré comme tel, ne fût autre que l'aspect que la face concave prend au-dessous de la pointe lorsque la gemme est placée à peu près de profil.

Je dois dire que je n'ai jamais pu rencontrer dans la vase, ni dans l'eau de la mer contenant des Noctiluques, des individus intermédiaires entre les plus petits individus sphériques que j'ai vus larges de $0^{mm},13$ et $0^{mm},15$ et les gemmes décrites plus haut. Je ne parle pas des individus figurés par Busch (*loc. cit.* 1851), comme étant des jeunes, car ils représentent certainement des Noctiluques ratatinées et méconnaissables.

Parmi ces petits individus larges de $0^{mm},15$ ou au delà, il en est qui ont un tentacule et un flagellum comme les plus gros, avec une bouche et la dépression infundibulaire. Mais il en est d'autres, larges de 0,15 à $0^{mm},90$ même, qui sont absolument lisses, sphériques, dépourvus de tous les organes précédents,

bien qu'ayant appliqué en un point de la face interne de leur paroi un corps cellulaire jaunâtre avec son noyau et ses filaments radiés. Or, ces individus ne sont certainement pas de ceux qui viennent d'une division en deux des adultes. Ces derniers, en effet, lorsqu'ils se séparent de leur congénère, ont non-seulement déjà comme lui une bouche, un tentacule, mais encore ils n'ont jamais un diamètre au-dessous de $0^{mm},2$; presque toujours il est de $0^{mm},3$ et au delà. Ils n'ont pas alors de flagellum, ainsi que nous le verrons plus loin, et celui-ci se développe ultérieurement.

L'existence de ces Noctiluques jeunes, larges de 0,15, sans bouche, tentacule ni flagellum, prouve non-seulement qu'elles ne sont pas individualisées par scission d'un adulte, mais encore: 1° que ce n'est pas le flagellum des gemmes qui persiste comme flagellum des adultes; 2° que ce n'est pas non plus la pointe de la face flagellifère qui se développe en tentacule comme premier phénomène de croissance, avant même que le corps de la cellule grandisse, contrairement à ce qu'admet Cienkowski.

Du reste, le flagellum des gemmes est, d'une manière absolue, près du double plus long que celui des adultes, car il a $0^{mm},10$ à $0^{mm},12$ au lieu de 0,06 à 0,07.

Sur ces petites Noctiluques sphériques sans organes superficiels quelconques, j'ai suivi le développement de la bouche, qui a lieu avant celui du tentacule et du flagellum. Elle se forme au niveau du corps cellulaire jaunâtre et nucléé, appliqué à la face interne d'un point de la paroi cellulaire, et dont le noyau a parfois les trois quarts de sa surface saillante hors de la substance jaune dans la cavité. Elle débute par un froncement linéaire de cette paroi avec épaississement et formation de 3 ou 4 petites saillies mamelonnées sur les bords ou lèvres limitant la dépression linéaire médiane de ce froncement. Une dépression correspondant à celle du tégument, se voit dans le corps cellulaire jaunâtre sous-jacent. Les lèvres limitant cette ligne prennent une teinte ocreuse, et en même temps se dessinent les commissures limitant les deux extrémités de cette dépression, dont jusque-là les extrémités se perdaient insensiblement à la surface du tégu-

ment. La disposition de la bouche est alors celle qu'indique la figure 24, *a*, sauf l'écartement des lèvres,qui n'a pas lieu encore. Ces phénomènes s'accomplissent en trois quarts d'heure environ. Aussitôt après, débute la production de la dépression infundibulaire et celle du pli dorsal, et en même temps, et quelquefois avant que les lèvres de la bouche s'écartent, le tentacule se développe de la même manière que sur les individus provenant d'une scission des adultes, et dont il sera question ci-après. En moins d'une heure il est developpé, ainsi que la dépression et le pli dorsal, sans que le corps ait grossi d'une manière appréciable. La production de la dépression fait que le corps cellulaire, placé auparavant à la surface de la sphère que représente la Noctiluque, se trouve amené vers le centre de celle-ci. En même temps, on peut suivre la production lente des expansions sarcodiques comme sur les leucocytes des crustacés, etc. La situation de la bouche alors, et la transparence du flagellum, font qu'on ne peut pas suivre les phases du développement de celui-ci.

Rappelons que les Noctiluques, larges de $0^{mm},15$ à $0^{mm},30$ avant la production de la bouche, de leur tentacule, etc., sont non-seulement tout à fait sphériques, mais comme turgescentes, riches en filaments sarcodiqnes et toujours sans les corps étrangers alimentaires qu'on trouve dans les autres. La substance grenue peri-nucléaire, grisâtre ou jaunâtre, est parfois réduite à une mince couche réticulée, en raison du nombre des filaments rayonnants.

NOCTILUQUES DOUBLES OU BICELLULAIRES.

C'est ici le lieu de noter l'existence de Noctiluques qui proviennent certainement de gemmes doubles, c'est-à-dire de gemmes dans lesquelles la scission portant le nombre de 128 à 256 ou de 256 à 512 a manqué sur l'une d'elles, tandis qu'elle se produisait sur les autres ; de telle sorte que celle-ci est restée double, quant à son contenu du moins, sans cesser de présenter les autres phases évolutives. Il est vrai que je n'ai jamais rencon-

tré de gemme ainsi constituée; mais sur environ 1,000 Noctiluques, on en trouve une qui est double, c'est-à-dire qui a deux corps cellulaires et deux bouches avec les appendices correspondants (fig. 24). Ces Noctiluques ne sont pas plus grosses que les autres; leur corps est seulement un peu plus allongé, comme ovoïde, avec une bouche vers chaque extrémité du grand axe. La situation de celle-ci et de ses appendices extérieurs est inverse, c'est-à-dire que l'une répond à un hémisphère (*b*), et l'autre à l'hémisphère opposé (*g*). Le pli dorsal dérivant de chaque bouche se prolonge ainsi sur l'hémisphère qui porte la bouche et l'infundibulum inverses. Deux ou trois filaments sarcodiques relient l'un à l'autre les deux corps cellulaires diamétralement opposés, et il y a quelques anastomoses entre ceux qui de chaque corps cellulaire vont à la portion de paroi qui les avoisine.

§ 3. — **De la reproduction fissipare des Noctiluques.**

M. de Quatrefages, le premier (1850), a parlé d'individus doubles, dont les téguments étaient en continuités et qu'il considère comme en voie de multiplication par scission. Krohn a constaté les mêmes faits, et de plus la division du noyau, mais sans suivre les phases du phénomène (1852). Brightwell, s'aidant des observations du colonel Baddeley, décrit et figure la scission du noyau et de la substance qui l'entoure, ainsi que celle du corps de l'animal.

Il note que quelques-unes des Noctiluques en voie de division sont privées de *queue* (tentacule). En fait, il n'en représente qu'une (*loc. cit.*, 1857, fig. 7) en voie de scission déjà avancée, qui soit réellement le siége de ce phénomène, ce que montre l'absence de tentacule sur elle. Ses autres figures (5, 6 et 8), représentant des individus pourvus de deux tentacules, sont des Noctiluques doubles telles que celles qui viennent d'être décrites. La reproduction par scission n'a, en effet, jamais lieu sur des animaux conservant leur tentacule. Ce qui le prouve, c'est qu'on suit toujours la régénération de celui-ci sur les deux nouvelles Noctiluques lors de l'achèvement de leur individualisation

par scission. Ses figures 8 et 9 sont relatives probablement à des Noctiluques venant de se séparer de leur congénère, et dont le tentacule n'est pas encore complétement développé. Mais non plus que tous les autres observateurs, il n'a vu la régénération de celui-ci, et n'en parle pas. Cienkowski n'a pas étudié la reproduction fissipare des Noctiluques.

D'après les exemples que j'ai observés à diverses reprises, la scission des Noctiluques s'accomplit toujours en suivant le plan qui passe par le *pli dorsal* (fig. 25, *a*, *b*) et par la bouche, par le milieu du corps cellulaire conséquemment. Elle a toujours lieu sur les individus ayant au moins $0^{mm},03$, et très-généralement plus. J'en ai compté tantôt 1 p. 100, tantôt 1 p. 200 ou environ en voie de scission.

Celle-ci s'annonce par un effacement de l'infundibulum et un allongement transversal du corps, qui est plus ou moins marqué. En même temps le flagellum disparaît, sans qu'il soit possible de voir comment. Il en est de même du tentacule ; parfois, mais très-rarement, celui-ci existait encore, avec des mouvements très-lents ; il était plus court qu'à l'ordinaire sur des Noctiluques montrant au pôle opposé une dépression avec allongement transversal annonçant le début de la scission. Il cessait d'exister au bout d'une demi-heure environ, sans que j'aie pu voir s'il tombe, fait le plus probable. En même temps disparaît toute trace de sa partie basilaire et de sa dent tégumentaire.

Quoi qu'il en soit, une fois apparue la dépression placée au pôle opposé à celle qui se trouve naturellement du côté de la bouche, un sillon circulaire étrangle en quelque sorte, en bissac, la Noctiluque, plus ou moins allongée en travers par rapport au plan de scission. Ce sillon s'approfondit peu à peu, diminue de plus en plus la largeur de la communication à son niveau de la cavité des deux hémiphères nouveaux, et ordinairement, après une heure et demie ou deux heures, il n'y a plus une sphère, mais deux ; elles restent encore accolées plus ou moins longtemps, parfois deux heures et plus.

Pendant la durée de cette scission, les deux moitiés s'écartent

et se rapprochent alternativement plus ou moins, de manière à rendre le fond du sillon concave ou à angle aigu par accolement, avec ou sans plis, tant parallèles qu'obliques les uns par rapport aux autres au fond de ce sillon (fig. 24, *b*). Tant que l'approfondissement de ce sillon laisse une communication entre les cavités des deux Noctiluques en voie d'individualisation, des filaments sarcodiques passent de l'une dans l'autre, et *vice versâ*.

La manière dont s'accomplit ce resserrement médian jusqu'à scission complète fait que la fente buccale se trouve conservée sur chacun des nouveaux individus avec une des lèvres antérieurement existantes et une nouvelle, offrant toutes deux trois saillies mamelonnées jaunâtres. Ces deux fentes, nécessairement accolées face à face lors de la scission de l'animal, à leur niveau (fig. 25 et 27), s'écartent par moments quand les contractions lentes de l'animal élargissent le sillon (fig. 25, *a*), cessant ou non de se correspondre pour revenir l'une contre l'autre dans quelque accolement ultérieur (fig. 27).

Le corps cellulaire jaunâtre commence à se diviser en deux aussitôt après que le tentacule a disparu, tantôt avant que se montre le sillon d'étranglement du corps, tantôt en même temps ou très-peu après son apparition. Sa scission dure une heure environ. Elle débute par celle du noyau, qu'on suit difficilement en raison de sa situation au centre de la substance grenue jaunâtre. Ordinairement, dès que la division du noyau est achevée, chaque moitié s'écarte et se trouve repoussée à la surface de la moitié correspondante de cette substance, et y fait saillie plus ou moins et presqu'à nu dans la cavité de l'animal (fig. 25 et 26, *n*). En même temps la matière sarcodique se divise comme par étirement ; chaque moitié, ou mieux chaque nouveau corps cellulaire glissant en quelque sorte à la face interne de la paroi, s'écarte parfois notablement de l'autre, en lui restant relié par de minces filaments ; il s'écarte en même temps inévitablement de la fente buccale qui lui correspond, pour s'en approcher ensuite de nouveau. Que leur écartement ait été considérable ou non, les deux fentes buccales reviennent

peu à peu en face l'une de l'autre vers le centre de la masse représentée par les deux nouveaux individus (fig. 27), accolés suivant le plan de la segmentation qui vient de s'accomplir.

Lorsque, un peu plus tard, les deux nouveaux individus se séparent, tantôt ils s'écartent du centre de ce plan vers sa périphérie (fig. 26); d'autres fois c'est le sillon périphérique qui, par écartement de ses bords, devient plus profond, jusqu'à ce que le contact soit réduit à rien.

Notons que. lorsque la scission à lieu sur des individus dont le corps cellulaire et parfois les filaments sont chargés de gouttes huileuses, chacune des deux nouvelles Noctiluques reste pourvue de ces gouttes. Lorsque le corps de l'animal qui se divise contenait des corpuscules alimentaires, ils restent dans l'un des deux ou une portion dans chacun d'eux, suivant leur situation dans la cavité du corps du producteur (fig. 25, *i*).

Dès que la scission est achevée, la substance jaunâtre périnucléaire diminue souvent beaucoup de masse, en raison de la multiplication des filaments sarcodiques dans lesquels les granules forment des traînées, multiplication qui peut devenir telle que le noyau semble logé au centre d'un treillis incolore, Alors aussi commence à se dessiner la dépression infundibulaire au niveau de la bouche, qui avec le corps cellulaire est tirée vers le centre du corps de chacun des deux nonveaux individus. Cette particularité est suivie de l'isolement des deux individus, isolement qui d'un cas à l'autre survient de quelques minutes à une demi-heure environ plus tard.

GÉNÉRATION DU TENTACULE.

Les nouveaux individus ont toujours un diamètre de $0^{mm},2$ au moins, et le plus souvent davantage. Ils ne grandissent pas d'une manière appréciable pendant la segmentation. Lors de leur séparation, ils se distinguent aisément de ceux qui sont sans bouche ni tentacule (p. 602) par l'existence de celle-là et parfois même par celle du tentacule. Celui-ci se développe au moins partiellement avant que les deux nouvelles Noctiluques se soient séparées dans le plus grand nombre des cas; mais il en est qui

se séparent alors que cet organe n'est qu'au début de sa genèse. Sa génération commence toujours après l'achèvement de la scission du corps cellulaire, et quand celle de l'enveloppe est avancée aux trois quarts au moins ; elle peut parfois avoir lieu un peu après la fin de la scission totale du corps seulement. Elle dure une heure environ avant que le tentacule soit devenu libre et entre en mouvement.

Elle débute par l'apparition d'un court prolongement de la substance jaune du corps cellulaire, jaunâtre et finement grenu lui-même, venant faire, à la surface du tégument qu'il soulève, près de la fente buccale, comme une courte saillie arrondie en forme de talon (fig. 26, *a*,) à contour extérieur d'abord pâle, comme étalé sous le tégument ; au-dessous de cette production et en continuité de substance avec elle, s'en élève encore une, conoïde d'abord, puis bientôt plus large à son extrémité libre qu'à l'autre, et s'étalant en quelque sorte en pâlissant. Une ligne foncée occupant le milieu de cette nouvelle saillie, s'allongeant en même temps qu'elle, montre bientôt qu'elle est formée par une bandelette repliée en anse sur elle-même (fig. 27 et 28). La partie convexe du deploiement de cette bandelette fait saillie à la surface du corps et s'agrandit de manière à élargir cette anse (fig. 29), puis la partie la plus étroite dégage son extrémité de dessous la portion en forme de talon (fig. 30), et se redresse. Une fois devenu libre et redressé cet organe a la forme générale du tentacule et est long de 5 à 8 centièmes de millimètre. Cet organe se meut de suite, très-lentement d'abord, et chaque tentacule appuie de temps à autre sur la nouvelle Noctiluque congénère de celle qui le porte, tant que ces deux êtres restent encore accolés. Il conserve encore durant plusieurs heures la couleur jaunâtre et l'état grenu de la substance du corps cellulaire dont il dérive. Il devient grisâtre à mesure que les stries transversales se développent dans son épaisseur à partir de son point d'insertion ou d'exsertion, c'est-à-dire du point où il devient libre. Sa continuité avec la substance jaune du corps cellulaire cesse d'exister, ou du moins d'être saisissable, à compter de ce moment. Quant au prolonge-

ment jaunâtre en forme de talon ou de pied, de dessous lequel il semble se dégager, il devient presque incolore à compter de cet instant. Il paraît former la pièce basilaire de cet organe; mais je n'ai pu suivre ses modifications évolutives ultérieures, son enfoncement dans l'infundibulum, qui se forme alors, empêchant de le voir autrement que par instants. La lèvre de la fente buccale dans laquelle il siége est plus grenue et plus foncée que celle du côté opposé.

Les particularités précédentes empêchent de saisir le moment de l'apparition et les phases du développement du flagellum.

En avril et mai, j'ai rencontré trois fois seulement des Noctiluques qui sont restées accolées deux à deux, bouche à bouche, pendant deux ou trois heures, sans que j'aie pu constater aucune résorption de paroi, ni fusion de leurs contenus cellulaires en un seul, ainsi que le décrit Cienkowski. Le tentacule et le flagellum des deux individus sont restés mobiles dans chaque cas pendant toute la durée de cet accolement. Je ne peux donc rien dire de précis sur la réalité de la *copulation* de ces animaux, comme phénomène antécédent, par rapport à leur gemmiparité et à leur fissiparité. La production d'œufs, tant mâles que femelles, l'ovulation en un mot, n'a jamais encore été observée dans ces protozoaires.

§ 4. — **Remarques sur la nature anatomique et zoologique des Noctiluques.**

Krohn, qui a décrit le noyau transparent, solide, sans nucléole, démontré sa nature réelle et celle du *parenchyme* extensible qui l'entoure comme substance cellulaire, a spécifié qu'il n'est pas douteux que cet animal ne soit un protozoaire. Il le considère comme voisin des *Actinophrys* par son *parenchyme*, des Kolpodes et des Paramécies par sa bouche. Pour Huxley, la Noctiluque n'est pas un Rhizopode, mais un Infusoire gigantesque ayant le corps strié des Kolpodes, le long processus des Tracheliens et l'armature dentaire des *Nassula* (*loc. cit.*, 1855) ;

il la classe parmi les flagellés. (*A Manual of the anatomy of invert. animals*. London, 1877, in-12, p. 97.)

Le caractère d'organismes unicellulaires que les Noctiluques présentent de la manière la plus caractéristique, et qu'elles conservent après comme avant leur reproduction, quel qu'en soit le mode, prouve que ce ne sont pas des larves ou des nymphes de quelque être d'une organisation plus complexe, qui se reproduiraient avant d'arriver à leur phase de reproduction ovulaire; qu'elles ne produisent pas non plus par génération alternante des individus larvaires susceptibles d'arriver à quelque phase évolutive plus avancée, plus complexe que celle qu'avait atteinte leur producteur. En admettant, fait très-possible, que les Noctiluques arrivent dans certaines conditions jusqu'à la reproduction ovulaire mâle et femelle, comme d'autres protozoaires, tels que divers Infusoires ciliés, ce qui, du reste, n'a pas encore été vu, elles n'en conservent pas moins leur caractère unicellulaire propre. Elles ont une paroi cellulaire des mieux déterminées, qu'elles conservent toujours, et une partie de celle de chaque générateur prend part à la constitution des nouveaux individus complets, ainsi que des gemmes; or, jusqu'à présent, nulle observation n'autorise encore à croire qu'elles passent à l'état de kyste de reproduction, contenant des gemmes internes ou un individu unicellulaire dérivant de son contenu qui se segmenterait et évoluerait à la manière d'un vitellus.

Cette enveloppe, par la manière dont elle prend part à la scission des Noctiluques et à la constitution de leurs gemmes, montre qu'elle n'est pas une coque adventive comme celle des *Euglypha* parmi les Rhizopodes, des *Dinobryon*, des *Cryptoglena*, des *Diselmis*, etc., parmi les infusoires flagellés. L'existence de cette paroi cellulaire montre d'autre part que les Noctiluques sont des protozoaires qui ne rentrent pas dans le groupe des *Rhizopodes*, car ces derniers manquent d'une paroi homologue, ce qui permet précisément à la substance de leur corps d'émettre des filaments extérieurs pseudopodiques et préhensiles.

L'existence de cette paroi et celle d'un flagellum à toutes les périodes de leur existence les rapproche des Infusoires flagellés,

comme Huxley le premier l'a spécifié ; mais leur tentacule, la présence d'une véritable fente buccale, les caractères de leur contenu, en font des représentants d'une famille distincte dans cet ordre. L'existence d'une paroi propre à tous les âges et la production d'expansions sarcodiques par leur contenu sur l'adulte, les distinguent des Monadiens, même durant leur état de gemme. Leur *flagellum* n'est pas un *cil* vibratile. Il n'a pas les mouvements propres à ces derniers organes, et il n'est pas terminé en pointe, mais aussi gros à sa terminaison qu'à son origine, comme les flagellums. Lorsqu'il vibre, c'est par suite d'ondulations courtes et extrêmement rapides ayant lieu sur toute leur longueur. Elles alternent avec les ondulations et inflexions de tous genres et plus ou moins lentes, propres aux flagellums des Eugléniens, des Monadiens, etc. D'autre part, il s'altère cadavériquement et sans l'influence des réactifs, comme la substance du corps de l'animal. Il semble donc bien être une provenance directe de celle-ci, comme l'est aussi le flagellum des Monadiens, etc., tandis que les *cils vibratiles*, quoi qu'on en ait dit à leur égard, sont des organes qui dépendent de la paroi cellulaire et non de son contenu (*protoplasma*).

Dériver de la substance du corps même de l'élément appartient aux flagellums seuls, ainsi qu'à l'appendice ou *queue* unique ou multiple des Spermatozoïdes ; *queue* dont, comme on le sait, les mouvements sont analogues aussi à ceux des flagellums et non aux mouvements ciliaires proprement dits.

Le fait concernant les cils, comme dépendance de la paroi des cellules épithéliales ou de la paroi des protozoaires ciliés, et jamais de leur contenu (protoplasma), doit être rapproché de ce qui concerne la manière dont la paroi cellulaire des Noctiluques, malgré la complication de sa structure (p. 565), participe aux phases de la segmentation de ces animaux (p. 605) et à la production de la paroi cellulaire de leurs gemmes (p. 599). Tous ces faits, comme nombre d'autres, contredisent formellement les hypothèses relatives à la prétendue nature régressive de la paroi des cellules en général, qui n'apparaîtrait que comme forme sénile de leur structure.

Le *tentacule* est, pour le tégument et pour la substance du corps, un organe spécial, comme l'est aussi à ces deux points de vue la fente buccale avec ses lèvres. Le *tentacule* n'est ni un *cil*, ni un *flagellum* ; il n'a la structure, la provenance ni les modes de mouvement de l'un ni de l'autre de ces genres d'organes. Il dérive à la fois de la substance du corps cellulaire et de la paroi de la cellule, et non exclusivement de celle-ci, comme les cils, et du premier, comme les flagellums. Ses mouvements d'inflexion et de torsion ont lieu à la manière des mouvements lents des flagellums ; mais il n'a jamais les mouvements ondulatoires, rapides ni lents de ceux-ci, non plus que les mouvements par inflexion des cils. Enfin, il n'a pas les mouvements rapides, ni à proprement parler ceux de torsion du pédoncule des Vorticelliens.

Le tentacule, sa pièce basilaire avec sa dent, comme la bouche des Noctiluques, sont autant d'organes spéciaux. Leur développement sous les yeux de l'observateur montre, comme le fait aussi l'état grenu de la paroi, à quel degré de complication structurale peut s'élever un élément anatomique cellulaire. L'œuf des ovipares en offre d'autres exemples encore, dans lesquels en outre le volume l'emporte de beaucoup sur celui des Protozoaires en général, même des Noctiluques les plus grosses ($0^{mm},018$ à l'état de gemme, $0^{mm},800$ pour les adultes les plus grands).

Notons ici que les *gemmes* des Noctiluques, appelées *zoospores* par divers naturalistes allemands, ne sont pas, à proprement parler, les homologues des *zoospores* des algues et de quelques champignons. Celles-ci ne sont représentées que par un contenu cellulaire qui s'est segmenté à la manière d'un vitellus, sans intervention dans leur constitution de la paroi de la cellule productrice. Quand les zoospores s'entourent d'une paroi, elle se produit par genèse, à l'aide et aux dépens de leur propre substance. Dans le cas des *gemmes* des Noctiluques, comme dans tous les cas de gemmation unicellulaire végétale ou animale, le contenu et la paroi du générateur entrent dans la constitution de l'élément reproducteur, comme durant la gemmation des or-

ganismes multicellulaires des éléments de ceux-ci prennent part à la formation des nouveaux individus ainsi engendrés. Lors de l'évolution ultérieure de ces derniers, ces éléments empruntés à l'individu antécédent, persistent et se retrouvent dans le nouvel être adulte, ce qui n'est pas pour le corps des zoospores des algues, lorsque, après avoir nagé plus ou moins longtemps, il se fixe et se développe en végétal complexe.

Or, bien que le fait n'ait pas encore été constaté par l'observation des Noctiluques partant de l'état de gemme pour devenir adultes, il n'est pas douteux que leur contenu et leur paroi, provenant directement de ceux de l'individu antécédent, ne font que s'accroître directement aussi pour former la paroi et le contenu de la nouvelle Noctiluque adulte. Quant au flagellum des gemmes, sa longueur absolue l'emportant sur celle de l'adulte, on ne peut pas affirmer que ce soit lui qui s'atrophie partiellement pour former l'organe homologue des adultes, surtout en présenée des faits exposés page 602.

SUR LA CONTRACTILITÉ DES NOCTILUQUES.

Malgré le grand volume et la complication structurale auxquels arrivent ces protozoaires. en conservant le caractère unicellulaire, ils conservent aussi toutes les propriétés physiologiques des cellules en général. C'est-à-dire que, par l'emploi des moyens qui nous permettent de distinguer dans les animaux multicellulaires la contractilité de la névrilité motrice particulièrement, et leur inhérence à des éléments anatomiques distincts; par l'emploi des moyens qui nous permettent de distinguer aussi la contractilité sarcodique de la contractilité musculaire, aucune de ces distinctions ne peut être établie dans les Noctiluques entre ces divers actes physiologiques. Comme sur les autres infusoires ou protozoaires, comme sur les cellules épithéliales ciliées et autres cellules des animaux multicellulaires, on ne décèle sur les Noctiluques que la contractilité sarcodique et la contractilité flagellaire, mais non la con-

tractilité musculaire, ni la névrilité motrice, ni en fait la sensibilité.

M. Cadiat et moi avons constaté que les courants d'induction restent sans influence aucune sur les conctractions du tentacule des Noctiluques, malgré son état strié, sur celle de leur flagellum et sur celle de leur contenu sarcodique.

Que les courants soient faibles ou intenses, le flagellum ondule ou oscille, tantôt vivement, tantôt lentement, comme à l'ordinaire; le tentacule continue à s'incliner lentement de côté et d'autre, en se recourbant ou non plus ou moins, et les expansions sarcodiques continuent leurs glissements habituels. Au contraire, les larves de crustacés se trouvant naturellement dans les mêmes eaux ou placées sous le microscope à côté des Noctiluques, décèlent par l'énergie et le rhythme des contractions de leur queue, de leurs pattes, de leur vaisseau dorsal et de leur intestin, ce qu'est réellement l'influence de l'électricité sur les muscles et sur les nerfs. On a, de la sorte, un terme de comparaison des plus démonstratifs. Même effet lors de l'ouverture et de la fermeture des courants continus.

Mais ces courants, décomposant l'eau, tuent chimiquement les Noctiluques en moins d'un quart d'heure. Leur mort est annoncée par des oscillations et des reploiements un peu plus fréquents du tentacule qui cessent bientôt, celui-ci se recourbant en cercle. Presqu'en même temps surviennent les plis et les bosselures de la surface du corps et autres signes de la mort de l'animal (p. 583).

M. Cadiat et moi avons également constaté dans ces mêmes conditions que les courants d'induction, dont les moindres suscitent instantanément d'énergiques contractions sur les crustacés, restent absolument sans influence sur le pédicule des Vorticelles ; celui-ci s'allonge lentement, puis se raccourcit brusquement en spirale, alternativement, absolument comme lorsque nul courant ne traverse le liquide.

L'ouverture et la fermeture des courants continus restent également sans influence. Les mouvements des cils vibratiles, longs et courts, et les flagellums des Vorticelles, des autres Infusoires

ciliés et des Eugléniens, ne sont modifiés en rien. Leur prolongation, décomposant l'eau de mer, active d'abord les mouvements, puis amène leur cessation et la mort de ces Infusoires. Il en est de même sur les Amibes.

Les courants d'induction déterminent au bout de quelques instants une contraction lente des fibres musculaires des embryons de mollusques avec retrait du corps et du *velum* dans la coquille; mais les mouvements des longs cils de ce dernier organe et des cils courts des autres parties du corps ne sont modifiés en rien.

Ces faits infirment, ainsi qu'on le voit, l'hypothèse qui admet l'existence d'une substance contractile unique, partout identique à elle-même, depuis les faisceaux striés et les fibres-cellules jusqu'aux cils vibratiles et aux substances sarcodiques, substance sur laquelle l'influence de l'électricité serait partout la même. Ils contredisent par suite l'hypothèse qui admet que la contraction rapide, avec retour à l'état de repos également rapide, qui caractérise physiologiquement les faisceaux striés, tient ce caractère typique non de la constitution et de la structure intimes des fibrilles, mais des nerfs, de leur terminaison.

D'après les auteurs de cette hypothèse, par conséquent, le type dériverait de la névrilite motrice. Ils pensent le prouver par ce fait, que, lorsque la motricité, l'excitabilité aurait disparu des nerfs, la contractilité des muscles correspondants se trouverait n'avoir plus que les caractères de celle des fibres lisses et du sarcode (*protoplasma*). Mais, encore une fois, l'électricité n'influe pas sur la contractilité de ce sarcode, des cils et des flagellums, alors que les mêmes courants font contracter les fibres musculaires, soit brusquement, soit lentement, alors même que leurs nerfs ont perdu leur excitabilité, et cela tant que la substance de ces fibres mêmes n'est pas altérée. Et ce qui prouve bien que c'est la substance de la fibre qui est en jeu ici, c'est le fait de la réapparition de la contractilité perdue par une modification encore peu prononcée, que répare l'injection de sang artérialisé dans les artères du cadavre.

En tous cas, si, malgré cela, on admet l'influence de l'électri-

cité sur les muscles par l'intermédiaire des terminaisons nerveuses seulement, la nullité de cette influence sur les flagellums, les cils, et sur les mouvements sarcodiques, alors qu'elle est réelle sur les fibres striées voisines, montre qu'on ne saurait admettre avec quelques auteurs que l'*irritabilité nerveuse sensible et motrice* coexiste avec *l'irritabilité musculaire* dans une même fibre musculaire, une même cellule ciliée ou flagellée, dans le contenu sarcodique (ou protoplasma) d'une même cellule animale ou végétale, dans un même Leucocyte ou une même Amibe.

Résumé des données anatomiques et physiologiques précédentes. — Nous avons vu que, suivant quelques auteurs, la contractilité serait *une,* elle resterait partout la même, quelle que soit la constitution moléculaire intime des substances cellulaires ou fibrillaires qui sont le siége de ses manifestations. Suivant eux, d'autre part, le rhythme, le type de ces contractions ne dériverait pas de ce que présente de spécifique cette constitution intime dans chaque sorte de fibre ou substance cellulaire qui offre des mouvements dissemblables.

Le type structural serait indifférent devant la névrilité sensible et motrice qui, cette dernière au moins, apporterait seule à la contraction ce qu'elle a de spécifique en chaque cas. Mais, en fait, c'est donner une idée fausse de la contractilité que de la dire indifférente à la structure des parties élémentaires qui en sont le siége, pour la ramener à l'unité. Autre chose est le mécanisme moléculaire qui détermine les raccourcissements, et que nous supposons être partout le même (voy. p. 575 et suivantes), bien que nous ne sachions pas encore, en réalité, en quoi il consiste exactement; autre chose est ce que nous constatons expérimentalement.

Ce que nous constatons, c'est que, dans les êtres unicellulaires, même des plus complexes, comme les Noctiluques, on n'a pas encore pu trouver des dispositions structurales indiquant des différences entre une partie nerveuse et une partie musculaire. Or, avec ce manquement anatomique coexiste l'absence de toute influence de l'électricité comme moyen de déceler l'existence

soit de la contractilité, soit de la névrilité. Au contraire, quand on s'élève jusqu'aux animaux à feuillets blastodermiques distincts, la *contractilité sarcodique* s'observe sur le vitellus, sur les cellules ectodermiques et endodermiques, dans les premiers temps au moins de leur individualisation, sur un certain nombre aussi d'espèces d'éléments d'origine mésodermique (leucocytes, etc.,) ; or, la *contractilité musculaire*, soit brusque, soit lente, ne se voit que sur des éléments mésodermiques, et la névrilité que sur des éléments d'origine ectodermique, par l'intermédiaire de l'involution cérébro-spinale ; nulle part l'inverse ni la coexistence de ces propriétés dans un seul élément ne se rencontrent. En même temps l'électricité, etc., se trouvent être des moyens efficaces de démontrer l'existence de ces deux propriétés de la vie animale, alors qu'ils étaient restés inertes sur les organismes plus simples et sur leurs parties élémentaires.

Ce que nous constatons, c'est que l'électricité agit sur des muscles séparés des nerfs et suscite leurs contractions, qu'elle agit aussi sur les nerfs qui se rendent à ces muscles et sur les nerfs centripètes ou de la sensibilité.

Ayant constaté d'autre part qu'il est des parties élémentaires naturellement contractiles, et bien manifestement contractiles, sur lesquelles l'électricité n'agit pas, bien que toutes les autres conditions soient maintenues les mêmes, il faut donc dès lors admettre que, dans ces parties inertes devant l'électricité, font défaut : 1° non pas la contractilité, qui frappe les yeux, mais l'action de l'électricité sur les parties qui se contractent ; 2° la névrilité qui, motrice ou sensible, est partout suscitée dans ses manifestations les plus délicates par l'électricité, à moins qu'on ne veuille admettre dans ces animaux l'existence de parties homologues des nerfs, mais non discernables anatomiquement, douées de motricité et de sensibilité, non excitables par les courants électriques, alors que les nerfs sont excitables sur les Mollusques, les Vers, etc. L'existence de parties manifestement contractiles sur les Infusoires, les Grégarines, etc., non influencés par l'électricité, peut par analogie paraître appuyer cette

hypothèse ; mais celle-ci tombe devant ce fait, que ces parties contractiles sont aisément discernables. J'ai discuté ailleurs l'inanité de l'hypothèse qui, sous le nom d'*irritabilité*, veut ne faire qu'une seule et même qualité d'une substance unique de la contractilité et de la sensibilité. (Dans ce recueil, année 1869, p. 274, et *Anatomie cellulaire*. 1874, in-8°, p. 615 et suiv.)

Ce qui montre du reste que des états certainement divers de la substance qui se contracte dominent les modes de la contractilité, c'est que là où les courants induits, qui n'attaquent pas chimiquement les corps organisés, ne modifient pas non plus la contractilité, celle-ci se trouve activée pour disparaître bientôt sous l'influence des courants continus qui décomposent l'eau et les sels des divers organismes.

Il faut donc reconnaître que, dans un même élément anatomique, dans une même cellule, tout n'est pas uniforme et homogène anatomiquement et physiologiquement; qu'il y a, au delà de cette notion d'individualité élémentaire indépendante, à tenir compte de différences structurales et fonctionnelles plus moléculaires, et par suite plus abstraites que la notion d'élément anatomique même, puisqu'elles siégent dans l'intimité de celui-ci.

C'est ainsi que dans une même cellule, épithéliale ou autre, dans un même animal unicellulaire, tout n'est pas contractile. C'est ainsi que, dans une même cellule épithéliale, les cils sont contractiles à l'exclusion de la paroi propre qui les porte et du noyau, et parfois même aussi à l'exclusion de la substance cellulaire péri-nucléaire, qui d'autre part peut être douée de la contractilité sarcodique. C'est ainsi que la contraction est rapide dans les cils et les flagellums de divers Infusoires, et sarcodique plus ou moins lente dans la substance de leur corps: toutes particularités correspondant à autant d'autres relatives à l'aspect, à la consistance et aux réactions chimiques des dispositions anatomiques examinées.

En d'autres termes, dans un même animal unicellulaire on trouve, inséparables d'autant de dispositions structurales distinctes nettement saisissables, les modes suivants de la contrac-

tilité, dont nul n'est influencé par l'électricité, seul caractère qui leur soit commun :

1° La *contractilité sarcodique* ou *amiboïde*, à peu près uniformément lente partout où elle existe, comme sur les Amibes, les Rhizopodes, les Noctiluques, et même les Grégarines, etc.

2° La contraction de même ordre, mais souvent rapide, du corps de la plupart des Infusoires ciliés, tels que les Kolpodes, les Stentors, les Bursariens, les Lacrymaria, etc.

3° La contraction lente et régulière de la *vésicule pulsatile* des Amibes, des Rhizopodes, des Infusoires ciliés, qui a quelque analogie dans ses modes avec la contractilité intestinale.

4° La contractilité ciliaire, oscillante, uniforme, sans repos et continûment rapide, souvent associée sur un même animal unicellulaire aux précédentes, mais toujours immanente aux *cils vibratiles*, parties plus résistantes, etc., dépendances des parois cellulaires et non du corps sarcodique ou protoplasma.

5° La *contractilité flagellaire*, lente ou rapide alternativement, changeante, avec alternatives non rhythmiques et comme volontaires de repos et d'activité, et pourtant toujours immanente à des organes en continuité de substance avec le corps cellulaire, qui est doué lui-même de la contractilité sarcodique ou la plus simple, ainsi que le montrent les Monadiens, les Eugléniens, les Noctiluques, etc.

6° Enfin la contraction pédicellaire des Vorticelles, analogue à la précédente sous plus d'un rapport.

Notons que, dans toutes celles de ces parties qui ont la forme filamenteuse, la contraction a lieu sans qu'on puisse saisir une augmentation d'épaisseur en un point, proportionnelle à la diminution de longueur en sens contraire qui se voit sur les fibres musculaires.

Chaque particularité structurale correspondante, dans un animal unicellulaire, aussi bien que dans une cellule faisant partie d'un organisme multicellulaire, ne fait elle-même qu'exprimer une disposition moléculaire corrélative invisible qui, au point de vue qui caractérise l'état d'organisation, s'élève ainsi encore au-dessus de ce que nous voyons. Or, c'est par l'apparition

de chacune de ces dispositions compliquant la structure de telles ou telles cellules, que les unes représentent des êtres unicellulaires indépendants, tandis que, dans les êtres multicellulaires, leurs homologues au point de vue de la complication structurale représentent des *organes premiers*, dont certains, comme les œufs, peuvent se détacher, vivre et fonctionner hors de l'organisme dont ils ont représenté d'abord un élément au même titre que toute autre cellule. (Voy. Ch. Robin, *Anat. cellulaire*, 1873, p. 279 et 288.)

SUR LA PHOTOGÉNIE DES NOCTILUQUES.

Tous les faits relatifs aux causes de la phosphorescence de la mer ont été rassemblés et discutés par M. de Quatrefages. (*Sur la phosphorescence de quelques invertébrés marins*. Ann. des sc. nat., Zoologie. Paris, 1850, t. XIV, p. 236-280.) Je n'ai donc pas à les rappeler ici. Je me bornerai à signaler que, depuis ce travail surtout, on admet que la production de lumière par les Noctiluques, par les Cydippes, les Beroës et autres Acalèphes, se rattache intimement à la contraction, soit spontanée, soit provoquée, de la trame de leur corps. De la lumière sans chaleur serait donc ici dégagée, comme il se produit de la chaleur sans lumière durant chaque contraction des muscles striés des Vertébrés.

Mais il est un fait qui infirme entièrement cette hypothèse. C'est que toutes les actions, tant physiques que chimiques, qui suscitent instantanément un dégagement de lumière, ne changent en rien la lenteur des contractions des filaments sarcodiques ni du tentacule des Noctiluques.

Ces actions sont par exemple les vibrations des parois d'un vase transmises à l'eau dans laquelle sont les Noctiluques, les ondulations et le choc des vagues, des contacts quelconques, même très-légers : tels sont ceux des petits crustacés ou des poissons nageant au milieu des Noctiluques, celui d'une pierre s'enfonçant dans l'eau qui contient ces protozoaires, leur contact réciproque dans l'eau qu'on agite partout où ils abondent.

Legros et moi avons même constaté que le contact d'une aiguille promenée doucement entre des Noctiluques sous le microscope, n'améne une production de lumière que dans une portion de la surface de l'animal, au point touché et dans une zone périphérique peu étendue. (*Journal de l'anat. et de la physiologie.* Paris. 1866, p. 558.) Un choc ou une vibration amènent un dégagement sur toute la surface de la Noctiluque, qui prend l'aspect d'une boule lumineuse dont elle occupe le centre. Il en est de même alors sur des proportions plus considérables pour les Cydippes, les Beroës, les Cténophores et autres Acalèphes. Les courants continus et ceux d'induction n'agissent certainement pas autrement que les vibrations et autres actions moléculaires physico-chimiques, qui comme eux ne changent rien à la contraction lente des filaments sarcodiques et du tentacule. Du reste, si les contractions musculaires étaient la source photogénique de ces divers animaux, partout où ils sont, la mer devrait être, en toute circonstance, continuellement lumineuse, car ils ne cessent jamais de se contracter. Or il n'en est rien. Les Acalèphes, comme les Noctiluques, ne sont pas lumineux partout où la mer est tranquille et dans tous les vases où ils séjournent, sauf quelques-uns qui çà et là étincellent de temps à autre. Mais la moindre des actions susindiquées, exercée à la surface de l'eau, où ils surabondent, ou plus profondément où il y en a d'autant moins qu'on s'éloigne plus de la surface, fait éclater leur lumière proportionnellement à leur quantité.

Huxley, sans spécifier quel est le mécanisme de la photogénie des Noctiluques, admet que la lumière provient de la couche périphérique de protoplasma qui tapisse leur cuticule. (Huxley, *Éléments d'anatomie comparée*, trad. franç. Paris. 1878, in-12, p. 28.) Mais cette manière de voir est infirmée par ce fait : que la substance des Noctiluques que l'on écrase entre les mains, continue à donner de la lumière à chaque frottement tant qu'il en reste, ce qui a lieu aussi avec la substance des Beroës, etc.

C'est ce qui a lieu également avec le mucus des poissons devenu phosphorescent par altération cadavérique et avec le bois se trouvant dans les mêmes conditions. Dans l'un et l'autre cas,

la production de lumière est d'autant plus considérable que le frottement est plus fort. La cause photogénique est donc très-probablement la même dans toutes ces circonstances. Du reste, pour les Noctiluques et les Acalèphes, la décharge lumineuse est également accidentelle et involontaire. Seulement ces animaux possèdent de leur vivant les conditions moléculaires photogéniques de quelques-uns de leurs principes composants qui ne se rencontrent que durant leur altération pour ceux du mucus et du bois. (Voyez les recherches de Phipson sur la *Noctilucine*, dans Ch. Robin : *Leçons sur les humeurs*. Paris, 1874. 2e édit., p, 524.)

Inutile de dire que ces effets photogéniques ont lieu à quelque heure du jour que ce soit, ainsi qu'on le constate en portant les animaux dans un lieu obscur.

De plus, cette action photogénique sans chaleur s'accomplissant aussi bien dans l'eau que dans l'air, n'a rien de surprenant lorsqu'on voit le sucre solide produire autant de lumière, quand à l'obscurité on le frappe ou le frotte sous l'eau, qu'il le fait dans l'air.

Ehrenberg a avancé que les Noctiluques font de la lumière comme les poissons électriques font de l'électricité. Cela peut être dit pour les insectes pourvus d'un appareil photogénique dit phosphorescent (1) ; insectes qui, comme les poissons électriques, ont cet appareil soumis à la volonté, non quant à la production, soit électrogène, soit photogène, mais quant à la décharge, tant électrique que lumineuse. Dans ces appareils, en effet, la production de l'électricité d'une part, de la substance qui devient

(1) Voyez Heinemann, *Unters. über die Leuchtorgane derbei Vera-Cruz vorkommenden Leuchtkäfer. Archiv für mikrqskopische Anatomie.* Bonn., 1872. in-8°, p. 461, et Ch. Robin et Laboulbène : *Sur les organes phosphorescents, thoraciques et abdominauxdu Cocuyo deCuba.* Journal de l'anat. et de la physiologie, 1873, p. 593, et particulièrement p. 599. En citant Heinemann d'après une lettre de lui, postérieure au travail que Laboulbène et moi avons publié avant de connaître le sien, j'ai reproduit son nom comme s'il était écrit Bleinemann dans mon traité du microscope (1877, p. 606). On lui doit de bonnes observations sur la disposition extérieure des organes des *Cocuyos*, sur les conditions dans lesquelles ils produisent de la lumière, sur l'origine des nerfs de leurs appareils, sur les trachées de ceux-ci, sur les réactions chimiques des cellules qui les constituent, etc., comparativement aux faits de cet ordre déjà observés sur les *Lampyris*.

lumineuse, de l'autre, est absolument indépendante de la volonté ; les manifestations, électriques et lumineuses seules sont volontaires. (Voyez Ch. Robin, *Journal de l'anat. et de lo physiologie*. Paris, 1865, p. 602 et suiv., et Ch. Robin et Laboulbène, *ibid.* 1873, p. 599.) Il n'est donc pas impossible, encore une fois, qu'on arrive à montrer que, sur les Acalèphes et autres Invertébrés marins, les choses se passent de même, quant à la production de la *Noctilucine*, en l'absence d'un appareil spécial, le dégagement de la lumière, une fois ces conditions remplies, se trouvant également involontaire et soumis à des circonstances, sinon absolument accidentelles, au moins extérieures.

EXPLICATION DES PLANCHES.

Planches XXV a XLL.

(*Suivre les figures d'après le numéro qui les désigne dans les diverses planches.*)

Fig. 1. — Noctiluque vue du côté où s'insère le tentacule (*t*) et dans l'état de resserrement de la dépression infundibulaire (*a*). Le tégument ou paroi propre du corps (cuticule), est hérissé de plis le long des lèvres de cette dépression ; le resserrement des parois limitant l'infundibulum empêche de voir la bouche ainsi que la pièce basilaire du tentacule.

Le corps cellulaire est irrégulier, granuleux, à contours mal limités, et montre bien son noyau (*n*). Deux corps étrangers (grain de pollen et spore) sont logés chacun dans une vacuole de substance sarcodique (*v*). De nombreux filaments sarcodiques partent de la paroi des deux vacuoles et du corps cellulaire.

Le fin réseau sarcodique sous-cuticulaire n'est représenté que dans cette figure. Les traits de la lithographie ne peuvent exprimer sa délicatesse et son élégance.

Fig. 2. — Noctiluque dans la même situation, l'infundibulum étant étalé, comme par gonflement, peu avant la mort de l'animal et les lèvres de la fente buccale comme effacées par étalement. Le corps cellulaire, jaunâtre, laisse voir son noyau par transparence ; plusieurs vésicules contiennent des corps alimentaires ingérés (grain de pollen de pin, thèques de *Tintinnus*, spores granuleuses diverses). Des filaments sarcodiques relient ces vésicules au corps cellulaire ; d'autres en partent.

a. Portion du corps où la dépression infundibulaire se replie du côté opposé à la bouche pour former le *pli dorsal* rectiligne, visible par transparence. L'état grenu et très-légèrement jau-

nâtre du tégument n'a été représenté qu'en ce point et sur cette figure seulement.

b. Extrémité libre de la pièce basilaire du tentacule se terminant en pointe par un pli tégumentaire et portant la dent tricuspide.

c. Plis tégumentaires de l'autre extrémité de la pièce basilaire.

d. Portion terminale de la pièce basilaire où le tentacule devient libre et commence à présenter des stries transversales.

e. Insertion du flagellum près de la dent tricuspide.

Fig. 3. — Noctiluque vue du côté opposé à la fente buccale. Le noyau fait saillie hors du corps cellulaire sur l'un de ses côtés (*n*). Les filaments sarcodiques, fins, nombreux, anastomosés, avec vacuoles claires en certains points, sans corpuscules alimentaires, partent du corps cellulaire.

f. Forme élargie du pli dorsal tégumentaire au point où il se détache en quelque sorte de la dépression infundibulaire. Chacun de ses bords est longé par un autre pli très-fin et pâle.

g. Extrémité du pli dorsal d'où s'irradient de fins plissements tégumentaires.

Fig. 4. — Noctiluque vue du côté de la fente buccale avec écartement de la dépression infundibulaire, dont le tégument présente de nombreux et fins plissements en forme de stries. Des vacuoles sarcodiques contiennent un grain de pollen de pin (*v*), des diatomées et autres corpuscules. L'une d'elles ne contient qu'un liquide hyalin. Le centre de la figure montre la forme de la fente buccale et de ses lèvres au niveau du corps cellulaire (dont le noyau n'est pas visible), ainsi que les rapports du flagellum et de la pièce basilaire avec la fente et avec celle de ses commissures près de laquelle le tentacule devient libre.

a,b,c,d,e. Comme à l'explication de la figure 2.

Fig. 5. — Noctiluque vue du côté opposé à la fente buccale, et montrant l'un des aspects qu'offre alors le pli rectiligne dorsal (*f. g*), qui lui-même est bordé de deux autres plis parallèles plus pâles et comme hérissé de courts plissements obliques très-fins. Le noyau fait un peu saillie en avant du corps cellulaire (*n*). De petits renflements se voient sur quelques-uns des filaments sarcodiques. Une spore alimentaire est logée dans une vacuole (*v*).

Fig. 6. — Noctiluque placée de telle sorte que la pièce basilaire montre la saillie de sa dent tricuspide (*b*) et du flagellum (*b*). La dépression infundibulaire n'est pas visible; mais on voit une portion du pli rectiligne dorsal (*f, g*). Le corps cellulaire, très-granuleux et volumineux, entoure le noyau. Un grain de pollen de pin et une diatomée sont contenus dans des vacuoles dont partent des filaments sarcodiques.

t. Le tentacule replié, montrant un de ses bords et sa forme aplatie.

c,d. Comme à l'explication de la figure 2.

Fig. 7. — Corps cellulaire d'une Noctiluque s'allongeant, ainsi que le noyau, devenu très-finement granuleux. Dans le milieu du noyau,

devenu cylindrique, arrondi aux deux bouts, apparaissent les stries ou fines fibrilles. La base des filaments sarcodiques réticulés qui en partent a seule été figurée. Gross. 350 fois.

Cette figure et les suivantes jusqu'à la figure 14 montrent ces parties telles qu'elles sont qnand on les observe par celle de leurs faces qui regarde la cavité de la Noctiluque et ne touche pas sa paroi.

Fig. 8. — Le même, grossi 300 fois avec une portion du réseau sarcodique ambiant, 10 minutes environ plus tard. On distingue deux noyaux nouvellement individualisés, reliés par les fibrilles médianes, mieux délimitées, fibrilles séparées en deux bandelettes par un espace clair longitudinal médian. L'un des noyaux présente à ce niveau comme un sillon ou incisure.

Fig. 9. — Cette figure et les suivantes, jusqu'à la figure 13, sont grossies à peu près 350 fois. Dans les figures 9, 10 et 11, dessinées de 10 en 10 minutes environ, le réseau s'irradiant autour du corps cellulaire n'est pas figuré. Ce dernier est devenu ici, en 10 minutes, presque cylindrique avec une extrémité comme tronquée. L'un des noyaux est comme incisé jusqu'à son centre, et simule un court cylindre replié sur lui-même. Le faisceau fibrillaire strié est toujours séparé en deux par un étroit espace clair médian, mais devient un peu moins large que les deux noyaux.

Fig. 10. — Elle représente les mêmes dispositions, un peu exagérées, et le début du resserrement médian du corps cellulaire périnucléaire.

Fig. 11. — Exagération des mêmes dispositions avec déformation sarcodique du corps cellulaire et inflexion de la bandelette double des fibrilles intermédiaires aux deux noyaux.

Fig. 12. — La double bandelette fibrillaire se soude en une seule, se rétrécit notablement, et s'infléchit davantage en rapprochant l'un de l'autre les deux noyaux. Dessinée 15 minutes environ plus tard. L'incisure de l'un des noyaux simule une tache claire ou mucléole en forme de virgule, en raison de la soudure avec elle-même, vers sa périphérie, de la substance nucléaire qui la limitait. La substance du corps cellulaire s'est réduite à une couche très-mince au niveau de la bande fibrillaire intermédiaire.

a. La périphérie du réseau sarcodique s'est condensée et réunie par contraction en une couche jaunâtre finement grenue, montrant un début de segmentation par resserrement médian (*b*) avant même que cette condensation se soit étendue à toute la périphérie du réseau (*c*).

Fig. 13. — Mêmes parties 20 minutes environ plus tard. La réunion de la substance du réseau sarcodique en couche périphérique (*a*) s'est achevée, et son étranglement médian (*b*) est arrivé jusqu'à une segmentation complète. Une portion du réticulum reste encore interposée à cette couche et au corps cellulaire périnucléaire, dont la scission médiane s'est achevée. La bandelette fibrillaire interposée

aux deux noyaux s'est courbée en quart de cercle en s'amincissant beaucoup, comme par étirement. La tache claire en forme de virgule portée par l'un des noyaux, est devenue sphérique, plus petite, et simule un nucléole.

Fig. 14. — Corps cellulaire de la même Noctiluque, seul figuré 15 minutes environ plus tard, et grossi 380 fois.

La division de la bande fibrillaire vers le milieu de sa longueur s'est complétée, et la substance de chaque moitié est rentrée peu à peu dans le noyau correspondant, sauf une courte portion qui disparaît bientôt après. La tache claire centrale que présentait l'un des noyaux diminue de grosseur pour disparaître un peu plus tard.

Fig. 15. — Portion de Noctiluque grossie 350 fois. Elle montre de trois quarts et vue par la face externe de l'animal la segmentation du corps cellulaire de 2 en 4, arrivée aux phases correspondant à celles que représentent les figures 16 et 12, dans lesquelles les objets sont vus par la face interne.

a,*b*,*c*. Saillies de la paroi du corps, logeant en partie chaque nouvelle division du noyau (*n*) et du corps cellulaire jaunâtre correspondant, avec interposition de la substance de celui-ci, au noyau et à la paroi. Des prolongements sarcodiques se détachent de la périphérie en rayonnant contre la face interne de la paroi surtout. La cavité de l'animal contient en outre de la matière sarcodique molle et grenue.

Fig. 16. — Même Noctiluque, deux heures environ plus tard, grossie environ 290 fois, montrant la scission du corps cellulaire de 8 en 16 segments, avec production correspondante d'autant de lobes ou saillies creuses de la paroi du corps. Des plis costiformes de celle-ci se moulent exactement sur les froncements de la substance du corps cellulaire. La division de certains segments est terminée (c) assez longtemps avant celle des autres.

a,*b*. Deux segments achevant de se diviser, dont le réticulum périphérique n'est pas encore entièrement réuni au reste du nouveau corps cellulaire.

d. Substance sarcodique plus ou moins grenue, grisâtre. pourvue ou non de vacuoles plus on moins nombreuses, qui reste dans la cavité de la Noctiluque sous les gemmes ou segments, avec irradiation de sa périphérie en fins filaments changeant presque incessamment et lentement de disposition.

Fig. 17. — Autre Noctiluque, une heure et demie environ après avoir passé par la phase précédente, et arrivée à la scission de 16 à 32 avec début de la scission de quelques gemmes de 36 en 94. La substance sarcodique formant une plaque ou couche nuageuse au-dessous des gemmes est très-grenue. Le groupement des gemmes par 4 reste bien visible.

a,*b*,*c*. Gemmes dont le point de continuité avec la paroi des corps de l'individu reproducteur commence à se rétrécir.

d. Gemmes achevant la division de 16 en 32.

e. Dépression ou incisure annonçant le début de la scission d'une gemme en deux autres. Elle est déjà plus profonde sur quelques-unes d'elles.

f. Gemmes en voie de division de 32 à 64 avec achèvement déjà de cette scission sur l'une d'elles. Les plis costiformes de leur surface deviennent moins profonds. Une face reste plus aplatie que l'autre, et donne aux gemmes une forme de grain de café ou d'outre comprimée.

Fig. 18. — La même, une heure environ plus tard, après que la scission a porté le nombre des gemmes à 64. On distingue leur forme, leur disposition en séries, toujours par groupes de 4. Au-dessous, l'amas nuageux de substance sarcodique reste apercevable jusqu'à la fin de la formation des gemmes.

Fig. 19. — Amas ou disque formé par les gemmes arrivées au nombre de 256 à la surface de la Noctiluque, et grossies environ 300 fois. Leur disposition en série et même leur groupement par 4 restent encore distincts.

a,a. Gemmes vues par leur extrémité et non suivant leur longueur, qui paraissent sphériques. Le noyau offre l'aspect d'une tache grisâtre centrale.

b,c,d. Gemmes vues de côté, montrant une face plane, un peu concave, et l'autre bombée et l'extrémité non adhérente pointue. Le flagellum est développé complétement sur la plupart, inséré sur la face plane, et s'agite sans faire mouvoir la Noctiluque.

Fig. 20. — Disque de 512 Noctiluques vu de face, grossi 50 fois.

Fig. 21. — Gemmes artificiellement séparées des autres avant leur entier développement, grossies 640 fois.

a,b. Deux gemmes montrant leur petite vésicule pulsatile.

Fig. 22. — Disque de 512 gemmes qui s'est détaché naturellement d'une Noctiluque et resserré en masse tantôt cordiforme, tantôt sphéroïdale, après rupture spontanée du reproducteur. Grossi 360 fois. Les gemmes montrent la forme qu'elles ont au moment où elles se dégagent pour nager librement. Leur face plane est encore un peu concave, et le noyau, un peu courbé, s'aperçoit sur celles qui sont placées de côté. Les autres semblent presque circulaires, avec une apparence de tache centrale due à la présence du noyau. Leur extrémité libre se montre plus ou moins pointue, suivant l'inclinaison sous laquelle elles se présentent. Le flagellum de toutes les gemmes, complétement développé, s'agite hors de la masse sans la faire mouvoir. On n'a représenté que celui des gemmes de la rangée la plus extérieure.

Fig. 23. — Gemmes dégagées de la masse et nageant librement, le flagellum s'agitant en arrière du corps, qu'il pousse devant lui.

a,b,c,d. Gemmes grossies 350 fois.

a. Gemme vue du côté de sa face plane, montrant la partie antérieure plus étroite et plus épaisse sous laquelle s'insère le flagellum, et en arrière est le noyau clair au niveau de la partie postérieure, plus élargie.

b,c. Deux gemmes vues de côté, montrant l'épaississement antérieur, dont le bord postérieur fait saillie, sous forme de pointe mousse, au-dessus du reste de la face plane et l'insertion du flagellum, plus près de l'extrémité antérieure que de l'autre.

d. Gemme vue du côté de sa face bombée.

e,f. Gemmes grossies 700 fois.

e. Mêmes particularités qu'en *a;* de plus, au-devant du noyau, on entrevoit la vésicule pulsatile, invisible à un plus faible grossissement. Même remarque pour *f*, qui montre les mêmes particularités que *b,c* et la face plane un peu concave.

Fig. 24. — Noctiluque double ou bicellulaire, montrant la situation alterne de la fente buccale (*a*) et du pli dorsal (*f*) ainsi que des tentacules (*t,t*). Les noyaux (*n, n*) font saillie sur le côté de chaque corps cellulaire. Des filaments sarcodiques vont de l'un à l'autre de ces corps cellulaires. Grossie 140 fois.

Fig. 25. — Noctiluque grossie 200 fois arrivée au tiers environ de sa scission en deux, vue du côté du pli dorsal. Une thèque de *Tintinnus* est contenue dans une vacuole sarcodique (*v*) d'une des deux moitiés.

a. Dépression du sillon de segmentation du côté de la fente buccale (*v*) à lèvres mamelonnées et du corps cellulaire. L'un des deux nouveaux noyaux (*n*) fait saillie hors de la portion correspondante de ce corps cellulaire.

b. Portion opposée du sillon.

Fig. 26. — Autre Noctiluque aussitôt après l'achèvement de la scission, avec retour des deux corps cellulaires et des deux nouvelles fentes buccales, au niveau l'un de l'autre vers le centre de la masse, et tantôt un peu écartés, tantôt contigus. Plusieurs des filaments sarcodiques sortant du corps cellulaire, rampent à la face interne de la paroi de chaque nouvel individu. Le noyau (*n, n*) fait saillie hors du corps cellulaire correspondant. Grossie 100 fois.

a. Début de l'apparition du tentacule sous forme de saillie mousse finement grenue, un peu coudée du corps, cellulaire et s'étalant un peu sous la paroi de l'animal, qu'elle soulève bientôt peu à peu.

b. Sous l'extrémité de la saillie principale, s'en détache une autre encore petite.

Fig. 27. — Grossie 300 fois ainsi que les figures 28, 29 et 30; elle représente les corps cellulaires de deux Noctiluques nouvelles à la même période de production que les précédentes, mais dont le tentacule est plus développé et plus saillant à la surface du corps, et un peu inégalement des deux côtés.

a. Sous la principale saillie en est une autre plus étroite, comme repliée.

b. Même disposition du côté opposé, un peu plus caractérisée.
c,d. Base des prolongements sarcodiques du corps cellulaire.
e,e. Noyaux saillants à la surface de chacun de ceux-ci.
f. Plan de contiguïté des deux nouvelles Noctiluques.

Fig. 28. — Le même tentacule que *b*, de la figure 27, un quart d'heure à peine plus tard.
c. Le corps cellulaire.
d. Pédicule qui le relie au tentacule même.
a,e. Renflement qui formera la pièce basilaire.
b. Prolongement replié en anse qui le continue sous forme de bandelette.

Fig. 29. — Le même 10 à 15 minutes environ plus tard. Même signification des lettres.

Fig. 30. — Le même tentacule que *a* de la figure 27, 15 minutes environ après avoir présenté les phases de celui de la figure 29. La bandelette forme une anse bien plus grande, qui peu après s'étend sous forme de tentacule, dès que sa petite extrémité se dégage de dessous la partie basilaire. Même signification des lettres.

DU DÉVELOPPEMENT

DE LA

PORTION CÉPHALO-THORACIQUE DE L'EMBRYON

DE LA

FORMATION DU DIAPHRAGME, DES PLÈVRES, DU PÉRICARDE, DU PHARYNX ET DE L'OESOPHAGE

Par M. CADIAT
Professeur agrégé

(PLANCHES XLII à XLV.)

Développement de l'extrémité céphalique.

Parmi les phénomènes les plus importants du développement embyonnaire, on peut compter la formation des séreuses pleurales péricardiques et celle du diaphragme.

Ces questions d'embryogénie sont fondamentales; car, faute de les bien connaître, il est impossible d'assigner une situation exacte aux organes qui sont en rapport avec ces parties. Leur solution nous fera comprendre comment toute la portion sus-diaphragmatique de l'embryon peut se former et quels rapports fondés sur les données embryogéniques existent entre les différentes dispositions qu'affecte dans la série animale l'appareil respiratoire.

Tantôt nous voyons des animaux, comme les poissons, chez lesquels la région cervicale n'existe pas; d'autres, comme les oiseaux ou certains mammifères, où elle a subi une élongation considérable. Ou bien les poumons sont adhérents aux côtes: telle est la disposition qu'ils affectent chez les oiseaux, ou mobiles dans une cavité séreuse, comme chez les mammifères. Chez les uns il existe un diaphragme musculaire, chez d'autres

le peritoine et la plèvre ne font qu'un : tels sont les reptiles. Enfin, chez les poissons, l'appareil respiratoire revêt une forme spéciale, la forme de branchies.

Pourquoi tant de variétés dans la constitution d'organes appelés à jouer le même rôle ? Est-ce là la règle générale, ou n'est-il pas plus habituel de voir des rapports intimes entre les parties qui ont les mêmes usages, indépendamment de l'espèce ?

Les recherches de Geoffroy Saint-Hilaire, fondées seulement sur l'anatomie, tendaient à prouver l'homologie des différentes pièces du squelette qui servaient de charpente à ces organes.

Or, en suivant les phases du développement embryonnaire, nous verrons comment une forme originelle identique, en se modifiant dans d'étroites limites, peut engendrer toutes ces variétés ; comment on peut passer de l'appareil pulmonaire des mammifères à celui des oiseaux, des poumons de batraciens libres dans la cavité abdominale à ceux des vertébrés supérieurs, à ceux qui ont chacun leur enveloppe séreuse spéciale. C'est ainsi que l'étude embryogénique rapproche les uns des autres des organes et des êtres qui *à priori* semblent très-éloignés.

Mais, en nous plaçant à un autre point de vue ; si la constitution histologique des organes et des tissus varie suivant les couches embryonnaires où ils prennent naissance, il faut savoir d'une façon précise à quel niveau se développe tel ou tel organe. Avant de pouvoir se prononcer sur la question de savoir si la nature d'un tissu est en rapport avec le feuillet blastodermique aux dépens duquel il se forme, il faut être certain des limites qu'on doit assigner à chacun de ces feuillets.

L'extrémité céphalique de l'embryon, telle qu'on la considère pendant les deux premiers jours, ne représente pas seulement la tête, mais, ainsi que nous allons le montrer, toutes les parties qui se trouvent au-dessus du diaphragme et en avant du médiastin.

En étudiant le développement de cette extrémité céphalique, nous voyons par conséquent que nous avons à traiter sinon une

très-vaste, du moins une importante question d'embryogénie.

La plupart des auteurs ont passé cette question sous silence, Coste n'en fait point mention ; Kolliker s'arrête à la formation du péricarde ; His, Gasser, ne donnent sur ce sujet que des indications vagues. Seul, M. Robin, s'appuyant surtout sur les caractères extérieurs qu'offre l'embryon, sur l'analogie de forme que les embryons des divers animaux montrent à une certaine période et sur les causes de la divergence, qui ne tarde pas à s'établir par le développement de la région cervicale, et aussi sur la constitution des muqueuses, considère l'embryon comme décomposable en deux régions au point de vue histogénétique. Aussi a-t-il divisé le système des muqueuses en muqueuses gastro-intestinales et céphalo-thoraciques.

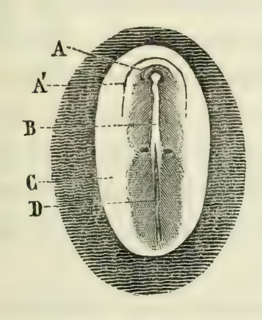
Le cardia marquerait la ligne de séparation entre les deux, et la muqueuse bronchique appartiendrait au tégument externe. Mais sa théorie, à l'appui de laquelle nous apportons de nouvelles preuves, n'est encore qu'à l'état d'hypothèse très-probable, mais non démontrée par une étude embryogénique exacte. Il considère en effet que l'intestin, fermé en cul-de-sac au début, vient se mettre en communication avec la peau au moyen d'un bourgeon bucco-œsophagien parti du feuillet externe et qui viendrait opérer sa jonction avec lui au niveau du cardia. L'anatomie autorise cette hypothèse ; mais les faits d'embryogénie ne lui donnent pas raison. Or, dans les questions qui sont du ressort de cette science, comme le moindre fait entraîne des conséquences à l'infini, on ne peut accepter que des donnés positives. Néanmoins ces inductions, fondées sur l'anatomie, nous ont servi de gnide pour les recherches que nous allons exposer.

Description de l'extrémité céphalique au deuxième jour.

Si nous suivons le développement de l'extrémité céphalique, nous voyons, avant que le capuchon qui le termine à la fin du deuxième jour soit achevé, une série de phénomènes dont l'interprétation est facile au moyen de coupes transversales et

longitudinales. Mais avant toute chose étudions d'abord les modifications que subit l'embryon, tel qu'il se présente quand on l'examine sans aucune préparation pendant la fin de la première et la deuxième journée.

Dès la fin du premier jour, on voit au-dessus de l'extrémité céphalique un arc de cercle (voir A' fig. 1 et 2), qui est manifestement l'amnios : il est reconnu pour tel par His et Kolliker (1).



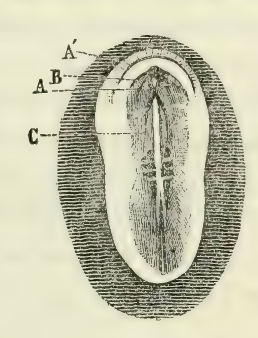


Fig. 1. — Aspect général de l'embryon de Poulet de 24 heures. — Tout le corps de l'embryon occupe la partie centrale de l'aire transparente.

A. Capuchon céphalique commençant à se former. — A'. Repli amniotique, pli antéro externe de His. Cette courbe doit être considérée plutôt comme représentant la ligne de jonction des feuillets de l'aire transparente avec la membrane vitelline ; elle correspond aux points A' de la fig. 3, et RA, fig. 6, et A', fig. 9, 10, 11.
B. Sillon médullaire.
C. Aire transparente.
D. Ligne primitive.

Fig. 2. — A et B appartiennent toutes les deux à l'extrémité céphalique. Ce sont les deux lames du feuillet moyen divisées par la fente pleuro-péritonéale qui existe déjà à ce niveau. — B représente le pli déterminé par la lame supérieure en se rejetant en arrière pour former l'amnios.

A. La lame inférieure formant le capuchon céphalique.
A'. Même signification que dans la figure précédente, dans la figure 3 et dans les schémas 9, 10, 11.

En suivant, sur des embryons placés simplement sur des lames de verre et par lumière transmise, ce qui revient à étudier des séries de projections horizontales, le développement de ce pli, il est facile de se convaincre qu'il représente bien le

(1) Les gravures de ce mémoire sont empruntées à mon traité d'Anatomie générale en voie de publication chez M. Delahaye.

soulèvement amniotique : sur la figure 2 on voit deux plis au lieu d'un ; le premier A touche l'embryon, et forme au-dessus de l'extrémité céphalique une sorte de petit capuchon qui lui est superposé.

Le deuxième A', plus excentrique, forme un pli mal dessiné à une distance variable. En considérant les figures schématiques 9, 10, 11, on en comprend de suite la signification. Le plus rapproché représente le soulèvement de la membrane amniotique sur la tête de l'embryon ; le plus éloigné, la ligne suivant laquelle elle vient rejoindre la membrane ovulaire, (pli antérieur externe de His). Les auteurs, en décrivant ces plis, ne nous en donnent pas une signification précise. C'est pourquoi nous croyons utile d'insister sur ce point. En suivant le développement de l'amnios, nous verrons ce qu'ils deviennent l'un et l'autre.

Peu à peu ces deux capuchons superposés, qui surmontent l'embryon, s'accroissent en hauteur. En même temps, le pli externe de l'amnios se dessine de plus en plus. Enfin, au moment où le cœur existe, on peut voir un véritable sac amniotique se présentant comme un feuillet transparent qui couvre toute la partie de l'embryon située au-dessus des veines omphalo-mésentériques.

En étudiant toute la région céphalique successivement, par la face antérieure et par la face postérieure, nous aurons à signaler

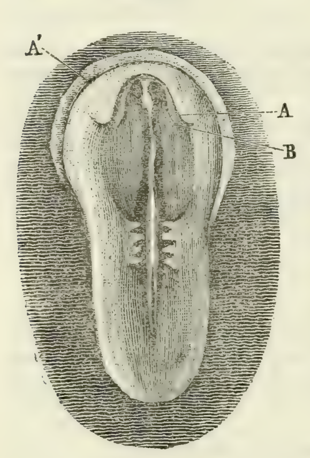


Fig. 3. — Face postérieure d'un embryon de 26 à 28 heures. — L'aire transparente forme une sorte de cuvette au centre de laquelle il est contenu.

A. Capuchon amniotique.

A'. Courbe de jonction de la membrane vitelline et des feuillets de l'aire transparente.

B. Capuchon céphalique. — Sur la ligne médiane, on aperçoit le sillon médullaire, les protovertèbres et un reste de la ligne primitive. — La gouttière médullaire commence à se dilater à la partie supérieure pour former les renflements cérébraux.

un certain nombre de particularités dont les auteurs n'ont pas tenu compte, ce qui jette de l'obscurité dans leurs descriptions.

1° *Face antérieure* du capuchon céphalique (voir fig. 4 et 7), le cœur en occupe la ligne médiane. Les bords inférieurs du capuchon se recourbent en dehors, et se continuent avec le feuillet interne qui couvre entièrement la face antérieure de l'extrémité céphalique quand on l'examine par la face vitelline.

La saillie de l'extrémité céphalique force le

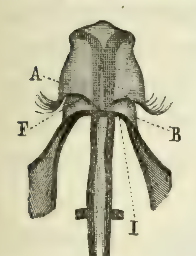


Fig. 4. — Aspect général de l'extrémité céphalique avant la formation du cœur. — Les parois de ce capuchon sont divisées en deux lames entre lesquelles est une fente (fente pleuro-péritonéale). La lame supérieure se rejette en haut et en arrière pour former l'amnios.
A. Capuchon amniotique.
B. Capuchon céphalique.
F. Fente pleuro-péritonéale.
I. Cul-de-sac supérieur du feuillet interne destiné à former l'extrémité supérieure de l'intestin.

feuillet interne à se plier suivant deux lignes F (fig. 7), qui s'écartent en divergeant à partir du cœur. Dans l'intervalle de ces plis, le feuillet interne forme un enfoncement au-dessus de l'embryon.

Sur le capuchon céphalique se trouve superposé le capuchon de l'amnios (voir fig. 4, A). La ligne d'insertion de ce capuchon correspond aux lignes qui viennent se joindre sur la clois on médiane qui s'arrête au-dessus du cœur, et qui représente la portion de mésoderme non divisée par la fente pleuro-péritonéale.

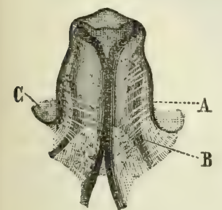


Fig. 5. — Le même, vu par la face postérieure.
A. Capuchon amniotique.
B. Capuchon céphalique se voyant au-dessous du précédent par transparence — Ils sont séparés l'un de l'autre comme dans la figure précédente.
C. Point où la lame fibro-cutanée se replie en arrière pour former l'amnios.

Vu par la face postérieure (fig. 5), le capuchon amniotique présente deux courbes limitantes : une interne A (fig. 6), tracée sur l'embryon, se perdant insensiblement sur ses faces latérales au-

dessous du cœur ; l'autre supérieure RA, qui est toujours le pli antérieur externe de His, ou la courbe suivant laquelle se replie l'amnios pour se rejeter sur la face interne de la membrane vitelline. Entre ces deux courbes est une membrane (amnios) qu'il est facile de distinguer surtout avec les microscopes binoculaires. C'est elle qui se réfléchit sur la membrane vitelline ou le chorion. Le pli amniotique à cette époque se trouve à la rencontre de deux surfaces, l'une céphalique et interne, l'autre externe, s'appliquant sur la membrane vitelline.

La portion de l'amnios appliquée sur l'embryon n'en couvre

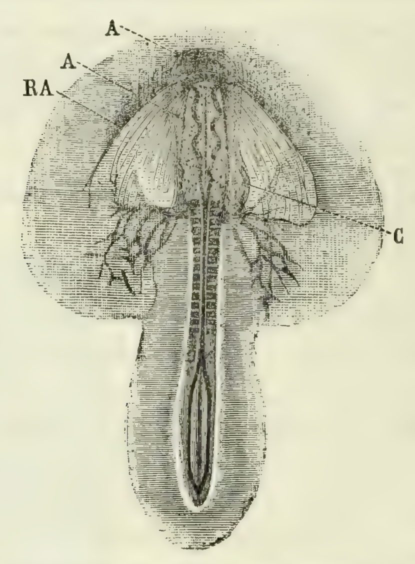


Fig. 6. — Embryon de Poulet de 46 heures, vu par la face postérieure. Sur la ligne médiane, on aperçoit successivemant de haut en bas les trois vésicules cérébrales, les protovertèbres, la gouttière médullaire encore ouverte à la partie inférieure. — L'extrémité céphalique est en partie voilée par les deux replis de l'amnios qui descendent sur le dos de l'embryon. Le sac amniotique enveloppe la partie supérieure de l'embryon et descend sur les parties latérales (AA), laissant à découvert le dos sur toute la partie médiane.
AA. Sac amniotique.
RA. Repli supérieur de l'amnios correspondant au pli A' des figures précédentes.
C. Cœur.

par conséquent qu'une faible partie ; sa forme représente assez bien ces chapeaux de femme, qui ne coiffent que le dessus de la tête et laissent l'occiput découvert : les rubans qui les attachent

sous le menton et le bord du chapeau qui passe au-dessus du front donnent la ligne d'insertion du capuchon amniotique.

A mesure que l'amnios se développe, les différents plis descendent et se joignent, ce qu'il est facile de voir sur une série de pièces que nous n'avons pas reproduites afin de ne pas trop multiplier les dessins.

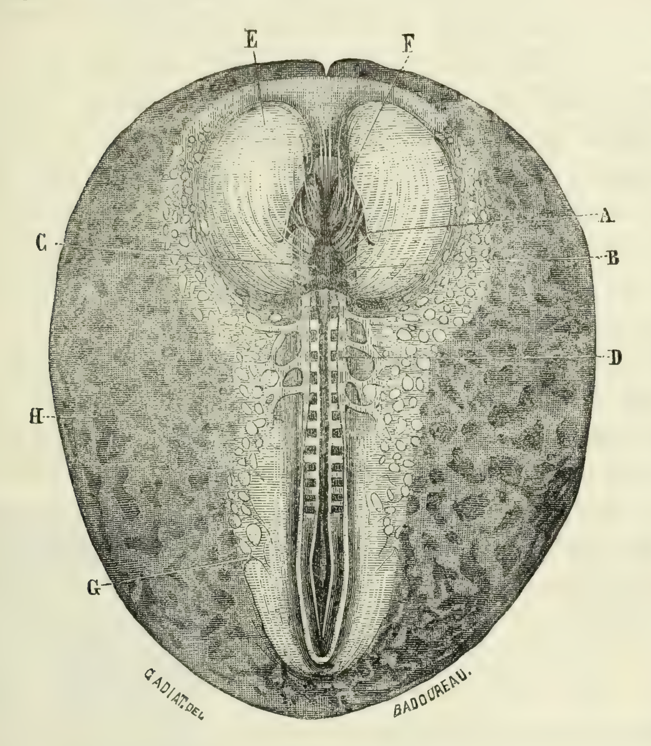


Fig. 7. — Embryon de 46 heures vu par la face antérieure. — Aspect général de l'embryon de poulet de 46 à 48 heures, au moment où le cœur est formé et où la circulation est établie dans l'aire vasculaire.

A. Insertion céphalique de l'amnios.
B. Capuchon céphalique. Entre A et B se trouve la fente pleuro-péritonéale.
C. Cœur. La base du cœur se continue avec les deux veines omphalo-mesentériques qui viennent de l'aire vasculaire.
D. Branche de l'aorte se jetant dans l'aire vasculaire.
E. Saillie formée de chaque côté de l'extrémité céphalique par le feuillet interne repoussé d'arrière en avant par l'amnios.
F. Plis formés par le feuillet interne de chaque côté de la ligne médiane.
G. Aire transparente.
H. Partie interne de l'aire opaque.

Le pli inférieur A ou la courbe inférieure descend de plus en plus sur le dos de l'embryon. En même temps, le pli supérieur RA devient très-difficile à retrouver: La circonférence qu'il représente se rétrécit de plus en plus, et elle descend progressivement vers l'extrémité caudale.

A la fin du deuxième jour, toute la partie de l'aire transparente située au niveau de l'extrémité céphalique est occupée par un sac transparent qui dépasse le plan hozizontal (fig. 7, E).

Sur la face vitelline, cette sorte de sac présente le feuillet interne en arrière duquel les vaisseaux ne se sont point développés. Il est soulevé par les replis amniotiques dont nous venons de parler. Les vaisseaux de l'aire vasculaire s'arrêtent à la limite de cette saillie que fait en avant le feuillet interne, repoussé qu'il est par les organes qui se sont developpés au-dessous de lui.

La série des coupes longitudinales schématiques 9, 10, 11 montre d'une façon très-simple la signification de ces différents replis. Du reste, il suffit de supposer une membrane collée à la face interne de la membrane vitelline, de l'autre fixée sur la tête de l'embryon, de faire tourner celui-ci de façon à le faire plonger par cette extrémité dans le vitellus, pour voir ces différents aspects offerts par les replis amniotiques.

Explication des phénomènes précédents.

On sait comment, pendant le premier jour, se produit dans l'épaisseur du feuillet moyen la fente pleuro-péritonéale.

Mais la plupart des auteurs se contentent de décrire cette fente comme régnant sur les parties latérales de l'embryon à droite et à gauche, et ne nous disent pas ce qu'elle est en avant de l'extrémité antérieure et en arrière de l'extrémité postérieure.

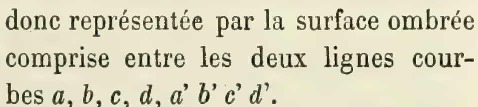
Or, c'est en considérant comment se forme cette fente à ces deux extrémités, et la façon dont elle se modifie ultérieurement, que nous aurons l'explication de tous les phénomènes qui vont se produire. Il est facile de la suivre, de savoir ses limites, rien

qu'en observant la formation des replis amniotiques. On sait en effet comment se forme l'amnios une fois que la fente pleuro-péritonéale est produite ; et que la condition nécessaire pour que la lame fibro-cutanée et l'ectoderme réunis puissent se soulever en repli amniotique, est que le feuillet moyen se soit divisé en deux.

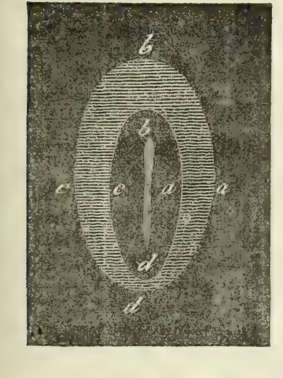
Si la séparation des deux lames du feuillet moyen se produit autrement que par un phénomène mécanique, leur écartement est facile à comprendre par le simple fait de l'augmentation de volume de la partie de l'embryon à laquelle elles correspondent.

Au fur et à mesure que celui-ci augmente de volume, il tend à descendre dans la cavité du jaune, et entraîne dans le même sens l'endoderne tout en éloignant l'ectoderme. Or, l'extrémité céphalique est la partie de l'embryon qui augmente le plus vite, qui s'incurve le plus sur le vitellus; par conséquent de ce côté le soulèvement amniotique se fera beaucoup plus tôt qu'ailleurs.

On peut d'après cela tracer sur une projection horizontale de l'embryon l'étendue approximative de la fente pleuro-péritonéale. Sur la figure 8, la fente pleuro-péritonéale serait



donc représentée par la surface ombrée comprise entre les deux lignes courbes *a*, *b*, *c*, *d*, *a'* *b'* *c'* *d'*.



Il faut donc supposer que l'embryon est formé de deux lames accolées entre lesquelles règne une fente ayant cette forme ; s'il est couché sur le dos, la lame superficielle sera le feuillet interne, l'autre le feuillet externe.

Or, dans le mouvement de flexion de l'embryon en avant sa lame interne ou

Fig. 8. — La partie remplie par des hachures (*a*, *b*, *c*, *d*) indique la surface occupée par la fente pleuro-peritonéale. Au centre se trouve l'aire transparente avec la plaque embryonnaire.

antérieure engendre une gouttière longitudinale dont les bords se rapprochent à l'extrémité céphalique, et engendrent ainsi un capuchon ouvert du côté de l'extrémité caudale. La lame

externe suit le même mouvement, et engendre de même un capuchon superposé au premier (voir fig. 4 et 5, A et B).

Sur des coupes longitudinales, il est facile de se représenter les changements qui s'opèrent dans un plan passant par l'axe et ayant cette direction. Après nous verrons comment interpréter les phénomènes qui ne peuvent être vus qu'au moyen des coupes transversales.

Supposons qu'on coupe (fig. 9, 10, 11) la plaque, embryonnaire

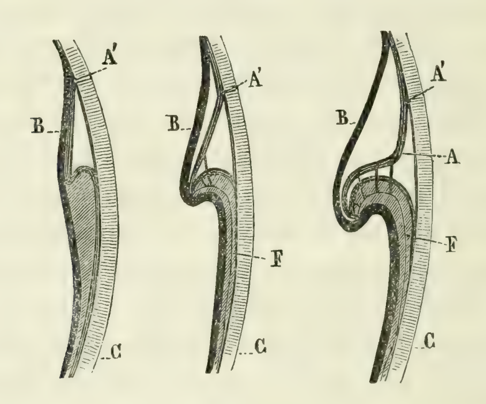


Fig. 9, 10, 11. — Ces figures schématiques donnent l'explication des aspects différents qu'a présentés l'embryon sur les dessins que nous avons vus précédemment. — Sur la figure 9, on voit que le développement plus précoce de l'extrémité céphalique soulève les feuillets de l'aire transparente (B) et détermine un pli en A'. Voir, figures 1, 2, 3, le pli A'. — Sur la figure 10, la fente pleuro-péritonéale s'est produite, c'est-à-dire que des feuillets qui composent l'aire transparente, le supérieur, se fermant sur les côtés suivants des génératrices courbes marquées sur les deux dernières figures, ne peut accompagner l'interne, et s'en sépare pour aller s'appliquer en A' sur la membrane vitelline. Il en résulte un sac (A, fig. 16) fermé en avant, ouvert en arrière, qui descend sur le dos de l'embryon à mesure que celui-ci s'incurve en avant et plonge dans le jaune. C'est le sac plus développé qui est représenté fig. 6 et fig. 7.

A. Limite postérieure de l'amnios correspondant à la même lettre sur la figure 6.
A'. Point de rencontre du feuillet réfléchi de l'amnios et de la membrane vitelline correspondant à RA, figure 6.
B. Feuillet interne.
C. Membrane vitelline.
F. Fond de la fente pleuro-péritonéale.

par un plan allant d'une extrémité à l'autre ; on verra, ainsi que nous l'avons dit tout à l'heure, au moment où l'amnios se des-

sine une, fente dans l'épaisseur du feuillet moyen et commençant au-dessus de l'extrémité céphalique.

Si l'on ploie cette sorte de lamelle en avant, on aura les différentes formes représentées sur ces schémas.

Le feuillet interne ne pouvant se séparer du jaune, l'externe au contraire étant libre et augmentant en surface, ils s'écartent l'un de l'autre, et l'externe forme un pli qui tend à passer derrière l'embryon. Mais la portion de feuillet amniotique comprise entre le point A et la ligne F n'augmentant pas en étendue proportionnellement, à mesure que la tête s'incurve en avant, il en résulte une sorte de sac ouvert en arrière et fermé en avant, limité du côté de la face postérieure par une arête vive que l'on voit en A (fig. 6 et fig. 11). Ce sac est l'amnios.

Voilà ce qu'on peut constater facilement dans un plan de section antéro-postérieure. Mais comment ces deux lames se comportent-elles en dehors de ce plan sur les parties latérales, et que devient la fente qui les sépare ?

Pour le comprendre, il suffit de considérer les figures 4 et 5.

L'espace qui sépare les deux capuchons, c'est la fente pleuro-péritonéale.

Pour passer de la lamelle primitive, divisée en deux et représentant l'embryon, à cette figure il faut supposer que la couche interne ou lame fibro-intestinale, en s'incurvant en avant, s'est aussi repliée suivant ses bords, et qu'ainsi l'extrémité supérieure a pris la forme d'un capuchon.

La lame externe a forcément suivi le même mouvement. Entre ces deux lames, après qu'elles ont formé les deux capuchons, il règne donc une sorte de fente descendant longitudinalement sur les parties latérales et contournant en haut le capuchon céphalique, tel que nous l'avons représenté sur la figure 4.

En un mot, lorsque les capuchons céphaliques se sont formés, la fente pleuro-péritonéale qui existait sur les parties latérales de l'embryon, se continue en avant dans l'angle de séparation des deux capuchons. Aucune cloison à cette époque ne sépare la partie de la fente qui est en avant du capuchon de la partie longitudinale située sur les côtés de l'embryon.

Ce trajet de la fente pleuro-péritonéale est exactement celui de l'insertion amniotique que nous avons décrite précédemment. L'insertion de l'amnios marque donc toujours le trajet de cette fente. L'amnios en effet n'est que la continuation de la lame supérieure de la fente pleuro-péritonéale.

Les capuchons étant constitués, le cœur se forme par la réunion de deux bourgeons vasculaires, ainsi que Dareste l'a montré. Mais il ressort de toutes les études des embryogénistes allemands, Kolliker, His, etc., que les vaisseaux de l'aire vasculaire, le cœur lui-même, sont toujours dans la lame fibro-intestinale. Pour venir former le cœur ils contournent donc forcément la paroi inférieure de la pente pleuro-péritonéale.

Le cœur est collé sur la paroi du capuchon céphalique, séparé seulement de l'intestin antérieur par l'épithélium du feuillet interne, ainsi qu'on peut le voir sur les figures 12. La cavité A

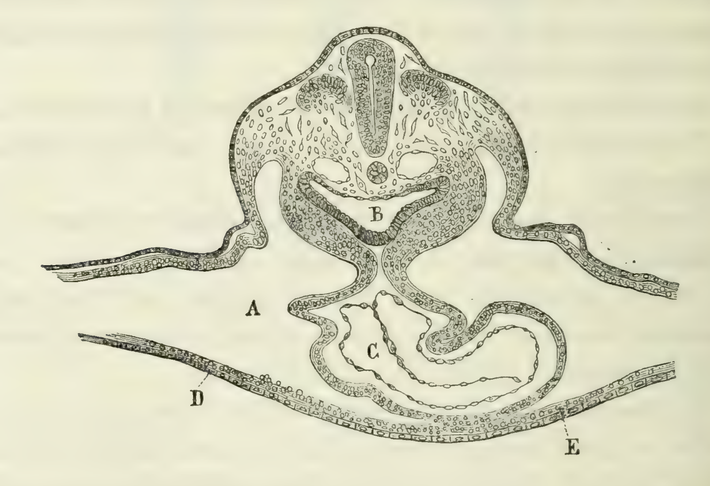


Fig. 12. — Coupe de l'extrémité céphalique au niveau du cœur, au-dessous de la séparation du péricarde et de la cavité pleuro-péritonéale. La figure suivante représente la coupe au niveau de cette séparation.

A. Cavité pleuro-péritonéale avant la séparation.
B. Intestin antérieur.
C. Endocarde avec la cloison médiane encore persistante.
D. Feuillet interne.
E. Lame vasculaire accolée au feuillet interne.

représente la portion de fente pleuro-péritonéale qui règne circulairement autour de l'extrémité céphalique.

La figure 12 donne la coupe tranversale du capuchon céphalique alors que le cœur est formé. On voit au milieu la cloison qui indique la dualité primitive.

La projection horizontale de l'embryon serait à la figure 7, sa coupe longitudinale figure 14, et sa coupe transversale en figure 12.

Les mêmes lettres sur ces trois figures indiquent les mêmes parties.

Le cœur est, d'après ces coupes, en avant de l'aditus anterior et dans une cavité que lui forme le mésoderme. Cette cavité est, ainsi que nous l'avons montré et qu'on peut en juger par ce dernier, un prolongement de la cavité pleuro-péritonéale, incurvée dans le même sens que les lames qui forment les capuchons.

La ligne courbe F, figure 4, marque le trajet que suit cette fente, en montant le long de l'extrémité céphalique pour venir former la large dilatation qui est en A, figure 12.

Cette cavité loge à la fois, figure 12, A l'intestin antérieur et le cœur. Mais nous allons faire voir qu'il n'en sera toujours pas ainsi et que ces deux organes se trouveront bientôt chacun dans une cavité spéciale.

Celle du cœur deviendra le péricarde.

Celle de l'intestin, la cavité abdominale ou séreuse péritonéale.

Séparation du péricarde et de la séreuse péritonéale.

Lorsqu'on examine des coupes transversales d'embryon de poulet, de lapin ou de mouton de 1 centimètre de long, il est facile de voir une cloison transversale dans toute son étendue séparant la cavité péricardique de la cavité où se trouve l'intestin. Ce cloisonnement commence dès la fin du 2e jour (voir figure 13) et non au milieu du 4e, ainsi que le prétend Gasser. Mais un peu plus tard, à quelque niveau qu'on fasse passer une coupe, toujours on trouve ces deux parties absolument séparées. C'est donc là un fait qui ne souffre pas de discussion : c'est que,

bien avant le développement du poumon et des plèvres, le cœur

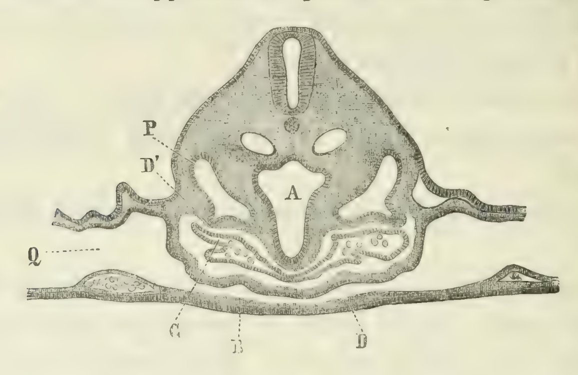


Fig. 13. — Séparation du péricarde et de la cavité péritonéale. — Embryon de 46 heures.
A. Intestin antérieur.
B. Feuillet interne.
C. Cœur.
D. Lame vasculaire formant la paroi antérieure de la cavité du péricarde.
D'. Couche de mésoderme séparant la cavité du péricarde de celle du péritoine.
P. Cavité péritonéale. — Q. Cavité du péricarde.

est isolé de la cavité péritonéale proprement dite dans une enveloppe que lui forme le mésoderme. Reste à savoir comment se fait la cloison de séparation, comment la cavité dont la coupe est en A, figure 12, peut être divisée en deux parties : une postérieure, logeant l'intestin, l'autre antérieure, logeant le cœur.

Pour le comprendre, il suffit de supposer la production simultanée de ces phénomènes, l'augmentation de volume de l'extrémité céphalique et son incurvation en avant jointes à l'augmentation de volume du cœur et à l'élongation de l'intestin. En se développant de la sorte, ces trois parties se pénètrent l'une l'autre, de telle sorte que le cœur, en s'enfonçant dans l'extrémité céphalique, s'accompagne d'un prolongement de la cavité pleuro-péritonéale. Il en est de même de l'intestin ; de son côté, la fente pleuro-péritonéale tend à se fermer dans toute son étendue par le rapprochement des lames fibro-cutanées.

Et comme, dans les phénomènes embryogéniques, il faut considérer que tout mouvement de développement est un mouvement relatif, on peut dire qu'une cloison médiane descend du

plafond ou de la partie la plus élevée de la fente pleuro-péritonéale, et la divise progressivement en une cavité antérieure et une postérieure, qui restent quelque temps reliées entre elles par une fente latérale dont les bords se rapprochent de plus en plus.

Cette fente latérale, réunissant les deux parties de la cavité mésodermique, est marquée par la ligne d'insertion de l'amnios, qui descend de plus en plus sur les côtés de la tête à mesure que le cœur et l'intestin s'allongent.

Il est facile de vérifier sur des séries de coupes d'embryons que la séparation en deux cavités distinctes de la fente pleuro-péritonéale se fait comme nous venons de l'indiquer. En effet, la coupe 12 faite au niveau du bulbe aortique montre l'aditus antérior avec la cavité A, appartenant à la fente pleuro-péritonéale de chaque côté de lui. La cavité péricardique et la cavité péritonéale ne sont pas séparées l'une de l'autre. La coupe 13, l'aditus anterior avec deux cavités latérales P formées dans le mésoderme Q et le cœur en avant, isolé dans sa cavité péricardique. Ces deux espaces P, très-étroits, qui plus bas se sont élargis et s'ouvrent dans la cavité où est le cœur, représentent bien la coupe d'un prolongement vertical de la cavité péritonéale, montant avec l'intestin vers l'extrémité céphalique.

Si nous comparons maintenant la figure 13 et la figure 1, pl. XLIII, on voit que, pour passer de l'une à l'autre, il suffit d'élargir la cavité P et de courber en avant les lames ventrales de l'embryon ; l'élargissement de cette cavité éloignera le cœur de l'intestin, et déterminera entre les deux une véritable cloison transversale C. En même temps les lames latérales et la fente pleuro-péritonéale, se courbant en avant, ferment progressivement la cavité où se trouve le cœur.

On voit en passant que la fermeture des différentes cavités de l'embryon se fait progressivement de haut en bas, suivant en cela la loi générale du développement, qui est de commencer toujours par l'extrémité céphalique.

Cette fermeture de la fente pleuro-péritonéale se produit donc autant par le fait du rapprochement et de l'accolement de ses

bords que de la descente sur l'extrémité caudale du pli qui la limite supérieurement.

Du reste, lorsque l'extrémité caudale se formera, on pourra voir se produire de ce côté un phénomène analogue mais plus simple, car ici il n'y a qu'une seule séreuse à délimiter.

En même temps que se fait la séparation du péricarde et du péritoine, la cloison mésodermique C, séparant le cœur de l'intestin antérieur, augmente de volume et travaille à former plusieurs organes très-importants : d'abord le diaphragme, le tissu cellulaire du médiastin, le tissu cellulaire des poumons, du foie, les parois musculaires de la région correspondante de l'intestin.

Au niveau de sa partie médiane, elle s'épaissit de telle sorte que sa coupe transversale prend la forme d'un T renversé (voir fig. 1, 2, 3, 4, pl. XLIII).

La branche verticale du T donne naissance au médiastin, prolongé en bas par l'intervalle des deux feuillets mésentériques. En étudiant le développement du pli, nous verrons ce que vont devenir les deux branches horizontales du T.

A mesure que la branche verticale s'élargit, il se forme de l'aditus anterior au péricarde une cloison longitudinale B partageant en deux moitiés symétriques la cavité péritonéale.

Si, à une époque plus avancée du développement que celles que nous avons considérées jusqu'ici, nous examinons une coupe longitudinale médiane de l'embryon planche XLII, fig. 2, nous voyons, en effet, en A, le péricarde, en B, cette cloison qui, en s'élargissant, a rétréci et repoussé l'intestin en arrière.

La cavité péritonéale n'est pas visible ici, la coupe passant exactement sur la ligne médiane.

Les coupes transversales reproduites figure 3, 4, pl. XLIII, faites sur un mammifère, montrent quels sont les rapports de ces différentes parties que nous voyons dans un plan vertical; elles nous prouvent qu'autour de l'intestin règne une cavité mésodermique ou péritonéale, et si l'on suivait une série de coupes faites à des niveaux différents, on verrait que cette cavité règne dans toute la hauteur de l'intestin jusqu'au pharynx, jusqu'au point où va se développer le poumon.

Développement du diaphragme.

Dans le développement du diaphragme, il y a deux portions à considérer, la portion péricardique et la portion pleurale.

Pour suivre le développement de la première, il suffit de considérer une série de coupes longitudinales faites sur des embryons d'âges différents.

Sur la coupe 14, nous voyons en arrière du cœur une cloison

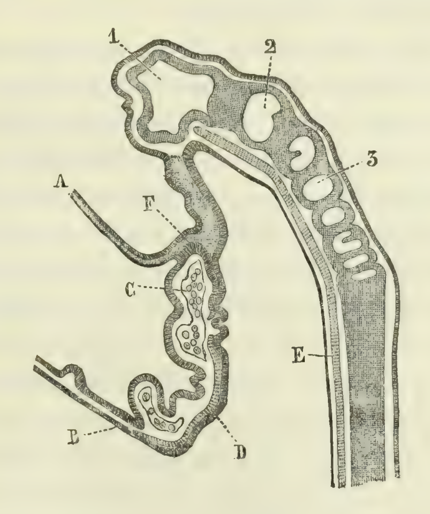


Fig. 14. — Coupe longitudinale d'un embryon de Poulet de 46 heures.
A. Insertion du capuchon amniotique.
A. Feuillet interne.
C. Cœur.
D. Lame de mésoderme formant la paroi postérieure de la cavité du péricarde. — Voir D', fig. 13, et la série des schémas de la planche 15.
E. Corde dorsale.
F. Feuillet moyen enveloppant l'épithélium du cœur.
1, 2, 3. — 1re, 2e et 3e vésicule cérébrale.

D qui sépare cet organe de l'aditus anterior ; à une époque plus avancée (pl. XLIII, fig. 1 et 2), cette cloison se trouve reportée en avant par le fait de l'augmentation de volume du cœur et des organes sous-jacents à cette paroi ; de verticale qu'elle était, elle devient curviligne. La partie la plns inférieure se courbe, suivant un plan horizontal, la partie supérieure reste verticale.

Nous avons vu tout à l'heure que la partie verticale de cette cloison, s'aplatissant sur les côtés, s'allongeant d'avant en arrière, formait la partie du médiastin intermédiaire au tube digestif et au cœur. Reste à savoir ce que deviendra la portion horizontale. *A priori,* il est facile de le prévoir. Le péricarde, en effet, est lié plus ou moins au diaphragme, suivant les animaux ; chez l'homme il fait corps avec le centre phrénique : il est donc naturel de penser que la couche de mésoderme qui donne la face inférieure du péricarde fibreux, donne en même temps la portion aponévrotique du diaphragme.

Sur la série de coupes 1 et 2, pl. XLII, que nous avons considérées, on voit la démonstration de ce fait : la couche de mésoderme sous-jacente au cœur, à mesure qu'elle devient horizontale, s'épaissit peu à peu, et sur des embryons de mouton de 8 millimètres elle représente une épaisse cloison formée de noyaux allongés séparant le cœur du foie et de la cavité péritonéale. Sur la partie antérieure, entre le foie et le cœur, sa coupe est celle d'une lame horizontale qui s'épaissit en arrière et se perd dans la masse de mésoderme qui enveloppe l'intestin.

Au début, le cœur occupe une place considérable. Toute la partie thoracique de l'embryon est exclusivement remplie par cet organe, de telle sorte que, la cavité pleurale étant encore tout à fait postérieure et très-rétrécie, la partie horizontale de la cloison mésodermique, qui doit donner le centre phrénique, a ses bords presque en contact avec toute la circonférence du thorax. Pour combler le vide qui reste en arrière dans la partie de la cavité peritonéale qui correspond au poumon, il suffit que cette cloison horizontale s'étende un peu et contracte des adhérences en arrière. Mais ce n'est pas positivement de cette façon que les choses se passent, ainsi que nous le verrons tout à l'heure. Au fur et à mesure que les cavités abdominales et thoraciques se développent, grâce à l'accroissement de l'intestin d'une part, du poumon de l'autre, ce centre phrénique se trouve peu à peu repoussé en avant avec le cœur. Si, dès le début, il a contracté des adhérences avec les lames ventrales, ces adhérences s'allongent dans les deux sens, longitudinalement, en même temps

que s'accroît en longueur la colonne vertébrale, et alors les insertions rachidiennes, au lieu d'être thoraciques, deviendront lombaires. C'est ainsi que se forment les piliers du diaphragme. Transversalement, pour donner naissance à toute la portion musculaire de la cloison qui sépare la plèvre du péritoine.

Cette couche de mésoderme sous-jacente au cœur D (fig. 14), ferme donc inférieurement le péricarde, comme la couche verticale qui lui fait suite délimitait postérieurement cette cavité. Mais, suivant que la poitrine se développe plus ou moins en longueur, cette couche se divise ou non en deux lames. C'est ainsi que, dans le cas où le thorax est court, comme chez l'homme, elle reste telle qu'elle se présente au début, c'est-à-dire simple, et le péricarde est adhérent au centre phrénique ; s'il est aplati et long, comme chez les animaux non claviculés, il y a dédoublement, et ces deux membranes ne restent en connexion que par un mésopéricarde inséré sur la pointe du sternum. La séparation est déjà faite sur des embryons de mouton de 3 à 4 centimètres de long et sur des embryons de veau de 9 à 10 centimètres.

Mais le centre phrénique peut ne pas s'unir à la paroi abdominale. Dans ce cas, la partie inférieure du péricarde fibreux est libre. Telle est la disposition qui existe chez les reptiles; le cœur chez ces animaux est enveloppé dans un sac fibreux, suspendu par les vaisseaux qui en partent à la partie supérieure du thorax, ce qui reproduit exactement les dispositions des premières périodes du développement, et prouve bien que le poumon se développe dans la même partie de la cavité péritonéale que l'intestin. Si l'on faisait une coupe longitudinale médiane sur le corps d'un batracien, on obtiendrait à peu de chose près la figure 1, pl. XLII.

En résumé, la paroi mésodermique antérieure de l'intestin antérieur D (fig. 4), paroi qui sépare le péricarde de cette partie du tube digestif, se plie a peu près au milieu de sa hauteur. Toute la surface verticale en arrière du pli donne naissance à la cloison médiastine qui relie le cœur à l'intestin, toute la surface horizontale au centre phrénique.

Nous verrons que c'est de la partie verticale de cette cloison que partent les bourgeons pulmonaires, pendant que le foie s'enveloppe pour ainsi dire dans sa portion horizontale.

La formation de la portion pleurale du diaphragme est liée à celle du foie.

C'est cet organe qui, en se développant, soulève avec lui une couche de mésoderme enveloppante qui établit des adhérences de chaque côté avec les lames ventrales, et contribue ainsi à séparer la cavité péritonéale en cavité abdominale et pleurale.

Pour se rendre compte de ce fait, il suffit de considérer des coupes transversales d'embryon de mammifères de 0^{mm}, 8 de long. Elles montrent (fig. 2, pl. XLIII) que, bien avant l'apparition du poumon, le foie, qui a de très-bonne heure un volume considérable, est adhérent à droite et à gauche avec les lames ventrales dans la portion de la cavité péritonéale qui est en arrière du cœur.

Les adhérences avec les parois abdominales qui sont, tant sur les côtés que sur la face supérieure, représentées par la couche mésodermique sous-jacente au péricarde, deviennent de plus en plus étendues à mesure que le foie augmente de volume.

Sur la coupe en long faite sur un embryon de mouton de 8^{mm}, on voit qu'il est adhérent à cette couche, et qu'ainsi, entre cet organe et ce qui sera plus tard le diaphragme, il n'y a aucune cavité, aucun prolongement de la séreuse péritonéale.

La couche de mésoderme soulevée par le foie constitue donc à ce dernier une enveloppe qui deviendra la capsule de Glisson ; mais sur la face supérieure elle forme une nappe continue, depuis les adhérences sous-péricardiques jusqu'aux adhérences latérales qui s'établissent plus tard en arrière à mesure que le foie augmente de volume. C'est dans cette nappe que se développe la partie pleurale du diaphragme.

On comprend dès lors comment il se fait que la séparation de la cavité péritonéale en deux cavités secondaires soit aussi précoce, étant donnée la rapidité de développement de la glande hépatique.

Cette séparation opérée, il reste en arrière du péricarde, au-

dessus du foie, une étroite séreuse représentant la plèvre. Chez les oiseaux, le cloisonnement de la cavité péritonéale est beau-

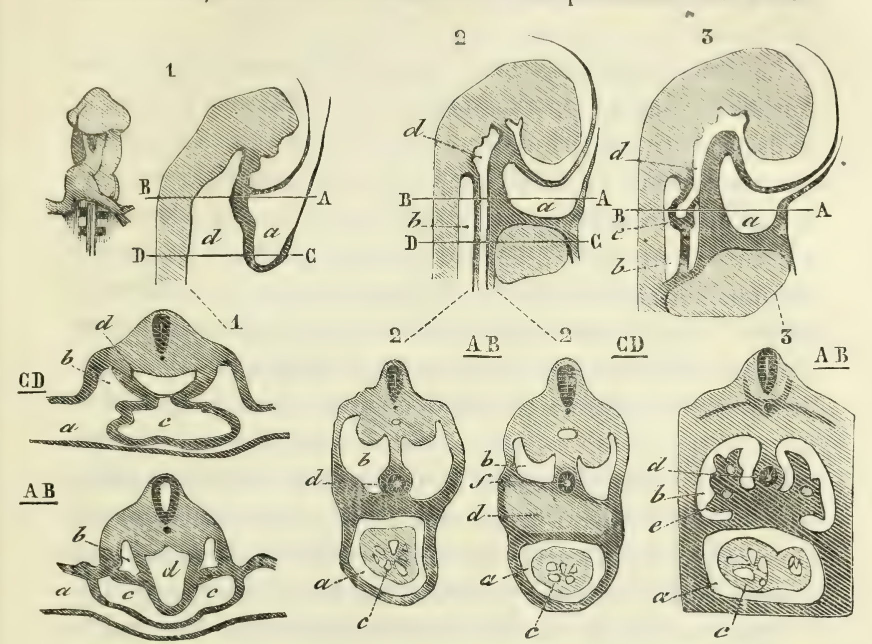


FIG. 15. — La planche 15 représente en résumé tout le développement du diaphragme et des plèvres. — En suivant les figures dans le sens horizontal, on trouve d'abord l'aspect extérieur de l'embryon de 48 heures, avec le cœur, le bulbe aortique sur la partie médiane, — puis des coupes longitudinales faites successivement sur des embryons de plus en plus âgés. Sur ces coupes, des lignes AB, CD, marquent le niveau auquel correspondent les coupes horizontales dessinées au-dessous des premières. — Sur la figure 1, en *a* se trouvent la cavité du péricarde et la cavité du péritoine. — Sur la figure 2, on voit ce que devient la cloison de séparation ; elle est pliée en deux, et le foie se trouve en dessous d'elle. — Sur la figure 2, on a représenté la coupe à la fois de l'intestin et de la cavité péritonéale, pour plus de commodité, comme si l'intestin se trouvait divisé sur le côté. — 3 représente la coupe de l'embryon au moment où apparaît le bourgeon pulmonaire. — En suivant de même la série des coupes horizontales, AB, CD (série 2), donnent deux coupes du même embryon à des niveaux différents, — CD, au niveau où la cavité du péricarde n'est pas séparée de la cavité du péritoine. — AB se trouve plus haut, là où s'est faite cette séparation. — AB, CD, correspondant à la série 2, donnent : la première, une coupe transversale au-dessus du foie; la seconde passant par le foie et le cœur, (il faudrait supposer la ligne CD plus oblique sur la coupe longitudinale correspondante.

Série 1 : *a*. Cavité du péricarde.; *b*. Cavité du péritoine; *c*. Cœur; *d*. Intestin.

Série 2 : *a*. *b*. *c*. *d*. Mêmes significations; *f*. Foie.

Série 3 : *c*. *d*. Même signification; *a*. *b*. désigne ici la plèvre, la séparation étant effectuée; *e*. Poumon.

coup plus compliqué que chez les mammifères, et nous n'entreprendrons pas ici de suivre sur l'embryon la formation de tous les feuillets qui représentent les diaphragmes des oiseaux.

Chez ces animaux, le cœur n'est pas séparé de la cavité péritonéale par une cloison transversale comparable au diaphragme, mais par deux cloisons ou deux diaphragmes entre lesquels sont des sacs aériens. Le mésoderme post-cardiaque s'est creusé de ces cavités en communication avec les bronches : ce qui le prouve, c'est ce fait trouvé par MM. Tourneux et Hermann de couches d'épithélium lamellaire dans l'épaisseur de la paroi d'un sac aérien. Le péricarde est isolé, et se continue inférieurement par un ligament falciforme qui passe entre les lobes du foie.

Lorsqu'on examine la coupe d'un embryon de poulet de 4 à 5 jours, on voit ce ligament falciforme déjà très-développé. En outre, le foie se continue tant en arrière que sur les parties latérales avec le tissu du mésoderme. Il est probable que, sur tous les points où cette continuité existe, se forment de ces cloisons membraneuses qui divisent la cavité abdominale.

Mais il résulte de l'étude du développement du foie chez les oiseaux que là, comme chez les mammifères, il est au début adhérent par une foule de points avec les parois abdominales. Il ne se sépare que plus tard, en laissant des replis comme les ligaments triangulaires falciformes et coronaires que l'on décrit chez l'homme.

En résumé, la couche de mésoderme située entre le cœur et l'aditus anterior peut donner des cloisons de formes variables qui devront diviser la cavité péritonéale. Mais le fait important, c'est que ces cloisons ont toujours cette même partie du mésoderme comme origine ; à une époque peu avancée du développement, les cavités du péricarde et du péritoine, se trouvent séparées à peu près de la même façon chez les oiseaux et les mammifères ; les différences qu'ils accusent à l'âge adulte ne se montrent que consécutivement.

Développement des plèvres.

Les poumons se développent à une époque rélativement tardive, et qui se conçoit étant donnés leurs usages ; d'après Gotte cité par Forster et Balfour, ou verrait naître la trachée à la fin du troisième jour chez le poulet. Mais, entre l'époque où la trachée prend naissance et celle où le poumon fait saillie dans la cavité pleurale, il s'écoule encore un temps assez loug. Des embryons de mouton longs de plus de 5 millimètres n'ont pas encore de poumons. Ce n'est guère que lorsque l'embryon à un centimètre de long qu'on le voit paraître ; si on ouvre le thorax à cette époque, on voit qu'il est exclusivement occupé par le cœur.

Les arcs branchiaux sont donc formés lorsque se développent les poumons. Aussi, pour bien voir la situation que prennent ces organes dès leur orlgine, il est important de revenir sur la formation de l'extrémité céphalique et des arcs branchiaux.

La trachée prend naissance à un niveau qui n'est pas précisé exactement : pour nous ce serait du troisième au quatrième arc branchial ; généralement on admet qu'elle naît du deuxième, parce que c'est le deuxième qui engendre l'arc hyoïdien.

Ce conduit se forme donc aux dépens de la cavité pharygienne, alors qu'elle est largement ouverte en avant et en continuité directe avec le feuillet externe ou le tégument cutané.

Forster et Balfour font provenir la trachée de l'œsophage. C'est là une indication très-vague : si la trachée prend naissance sur la paroi inférieure de la cavité pharyngienne au niveau du deuxième arc branchial, Geoffroy Saint-Hilaire avait donc avec raison défini l'arc hyoïdien comprenant le ligament stylo-hyoïdien, les petites cornes et le corps de l'hyoïde comme la chaîne ou l'arc suspenseur de l'appareil respiratoire, quelle que soit la forme qu'il affecte chez les différents animaux.

Le conduit trachéal parti de ce point, descend peu à peu vers la partie la plus élevée de la cavité péritonéale ; à cet époque, en effet, la fente pleuro-péritonéale est divisée en deux, de la façon

que nous avons exposée : une cavité péritonéale autour de l'intestin, un sac péricardique suspendu en avant de l'extrémité céphalique.

La trachée passant en arrière du plan indiqué par la cloison de séparation qui règne entre ces deux cavités, arrive jusqu'au niveau des deux culs-de-sac supérieurs qui limitent en haut les cavités péritonéales, et donne alors des bourgeons latéraux qui vont former les bronches et les poumons.

En descendant vers la cavité péritonéale, le tube épithelial qui représente la trachée et les divisions qui lui font suite et donneront les bronches, suivent la cloison médiastine sur sa ligne d'intersection avec la cloison de séparation du péricarde et du péritoine, de sorte que les bourgeons pulmonaires sortiront d'avant en arrière, et se trouveront au début adhérents en avant, libres au contraire par leur face postérieure dans la cavité séreuse embryonnaire.

Ici se place une considération importante : si le bourgeonnement latéral qui va donner naissance au poumon se fait dans la cavité péritonéale, cet organe s'enveloppera d'un feuillet séreux au fur et à mesure de son développement.

Mais si le bourgeonnement se fait plus haut, avant que le conduit trachéal ou bronchique ait atteint la cavité péritonéale, alors la séreuse n'existe pas.

Chez les oiseaux, cette cavité existe pendant la période embryonnaire, seulement elle est beaucoup plus étroite que chez les mammifères.

Les coupes les plus élevées passant au niveau du cœur montrent les bronches de chaque côté de l'œsophage, et aucune couche épithéliale dépendante de la fente pleuro-péritonéale ne tapisse la masse de mésoderme dans laquelle ces organes sont plongés. Sur les coupes, les seules cavités qui soient en rapport avec elles sont des cavités vasculaires (voir fig. 1, pl. XLII).

Plus bas, on voit deux masses s'isoler nettement de chaque côté de l'œsophage (fig. 2) : ce sont les premières traces des poumons. Elles adhèrent en dedans au mésentère, en avant à la cloison postpéricardique. Sur les côtés et en arrière, et un peu en

dedans, se trouvent des fentes tapissées par l'épithélium de la cavité péritonéale dont les caractères sont faciles à reconnaître. En prenant des coupes encore plus inférieures, on voit ces fentes s'élargir peu à peu et se continuer autour du foie et de l'intestin. Ce sont donc bien manifestement des dépendances de la cavité péritonéale.

Ces mêmes coupes montrent les adhérences que contracte la masse pulmonaire avec le foie. Elles représentent la lame de mésoderme sous-péricardique dont nous avons déjà parlé à propos du développement du diaphragme.

De la plèvre chez les oiseaux.

Chez l'embryon d'oiseau, il est facile de voir que le poumon se développe dans la cavité péritonéale exactement comme chez les mammifères. La cavité pleurale existe donc à cette période de la vie, mais sa forme diffère légèrement de celle qu'elle possède sur les embryons de moutons par exemple. Sur les coupes 2, 3, 4, pl. XLIII, la plèvre est représentée à la partie supérieure par deux fentes étroites entourant la masse pulmonaire en dehors, en dedans et en arrière. En avant, le poumon est adhérent complétement au mésoderme du médiastin; plus bas, la plèvre s'élargit, et le poumon est encore adhérent à ces prolongements mésodermiques du médiastin qui accompagnent le foie et l'intestin.

C'est à peu de chose près la disposition de la plèvre chez les embryons de mammifères, mais les différences s'accusent plus tard. Alors que, chez ces derniers, la cavité pleurale va toujours en s'élargissant, de telle sorte que son augmentation de volume est plus rapide que celle de l'organe qu'elle est destinée à contenir, chez l'oiseau, au contraire, la plèvre reste dans l'état embryonnaire. Depuis les recherches de M. Sappey, il est admis que les oiseaux n'ont pas de plèvre ; il est certain que, si l'on se place au point de vue de l'anatomie descriptive, que l'on veuille trouver une cavité pleurale dans laquelle le poumon puisse se mouvoir, l'opinion du savant anatomiste que nous venons de ci-

ter n'est pas éloignée de la vérité ; mais en examinant les choses de plus près, on peut se rendre compte de ce fait : qu'il existe une plèvre chez les oiseaux exactement comme chez les mammifères, seulement à la partie postérieure, le long de la colonne vertébrale, dans les gouttières rachidiennes. Elle s'étend dans le sens de la largeur, jusqu'à une ligne verticale qui partagerait le poumon en deux parties égales. Cette membrane est facile à voir ; elle est lisse, sans adhérence, couverte d'un enduit comme le sont les séreuses, et, caractère des plus importants, lorsqu'on fait agir le nitrate d'argent sur cette membrane, on met aussitôt en évidence l'épithélium caractéristique des séreuses (figure 1, planche XLV).

Nous avons trouvé cet épithélium, non pas dans un point isolé, mais dans toute la partie postérieure. En quelque point qu'on prît un lambeau de séreuse traitée par le nitrate d'argent, on y voyait les lignes noires de séparation des cellules épithéliales.

Cette séreuse existe dans toute la hauteur des poumons, et se continue sur lés parties latérales en dehors de la ligne que nous avons tracée. Mais là des adhérences nombreuses se sont formées entre leux feuillets, exactement comme ces adhérences qui se trouvent si souvent sur les plèvres de l'homme à la suite d'une inflammation.

Ces adhérences sont d'ailleurs très-bien décrites par M. Sappey.

« Ce tissu, dit-il, qui paraît composé de lamelles et de fila-
« ments, devient chez quelques gallinacés, et particulièrement
« dans le coq, tout à fait filamenteux. Tous ces filaments sont
« résistants, longs de 2 à 4 millimètres, distants les uns des
« autres d'un demi-centimètre, et assez semblables à de petits
« tendons. Dans les intervalles de ces petits tendons, la surface
« *pulmonaire est lisse, unie, nullement adhérente.* Aussi, lorsqu'on
« introduit l'extrémité d'un tube à insufflation entre les
« muscles intercostaux et le poumon, ou bien entre l'extrémité
« postérieure de cet organe et le diaphragme, on peut, par la
« projection d'une petite quantité d'air, soulever le poumon en
« masse. Ici le soulèvement n'est pas dû à l'accumulation de
« l'air dans une cavité artificielle, l'air athmosphérique *circule*

« *librement entre les petits tendons*, et se répand *en nappe régu-*
« *lière sur toute la face dorsale du poumon.* »

« Mais cet air ne parvient jamais sous la face diaphragmatique, « qui, chez le coq comme chez tous les oiseaux, adhère constam- « ment au diaphragme par un tissu cellulaire fin, bien diflérent « des liens tendineux qu'on observe sur la face opposée. Les in- « tervalles qui existent entre tous ces filaments pourraient être « considérés comme les rudiments d'une cavité pleurale. Dans « le diudon, ces filaments se manifestent aussi sur la face « dorsale du poumon. Mais ils sont plus fins, moins solidement « constitués et plus espacés, surtout au niveau des vertèbres « dorsales, en sorte que dans cet oiseau on retrouve également « les rudiments d'une plèvre, mais seulement sur la moitié « interne de la face dorsale. »

Ces dispositions décrites par M. Sappey, correspondent exactement à ce que nous avons vu de notre côté et à ce que nous avons pu prévoir en suivant le développement embryogénique, mais néanmoins nous sommes forcé de tirer de ces faits une conclusion toute différente.

« Que ce tissu cellulaire soit fin comme celui qui unit la face in- « férieure du poumon au diaphragme dans tous les oiseaux; qu'il « soit aréolaire comme celui qui occupe la face opposée; qu'il « soit filamenteux comme dans la plupart des gallinacés; qu'il « se condense davantage encore et devienne cellulo-tendineux « comme dans le coq, qu'importent ces variétés de forme ? Le « fait capital est l'existence de ce tissu cellulaire autour des pou- « mons, et par conséquent l'absence de la plèvre, car ces deux « tissus sont incompatibles par leur destination, puisque l'un « représente un moyen d'union, et l'autre un moyen d'isole- « ment ou d'indépendance.

M. Sappey, après un examen aussi minutieux, est arrivé à cette conclusion : que, le poumon de l'oiseau étant adhérent, il ne pouvait voir la raison d'être d'une membrane séreuse. Mais on comprend, après ce que nous avons exposé plus haut, pourquoi ce que cet auteur a décrit comme du tissu cellu-

laire ne représente que des adhérences unissant le feuillet pariétal au feuillet viscéral de cette membrane ; et si M. Sappey avait pu, à l'époque où il a fait son travail, être renseigné sur le développement du poumon ; si les procédés pour mettre en évidence l'épithélium des séreuses avaient été connus à ce moment, il n'y a point de doute qu'il aurait décrit la séreuse comme nous venons de le faire. M. Campana, dans son travail sur l'appareil respiratoire des oiseaux, prend une opinion intermédiaire entre Nathalis Guillot, qui admettait une plèvre, et M. Sappey, qui ne l'admet pas. Il a vu de son côté l'épithélium de la séreuse. Mais s'il n'est pas aussi affirmatif qu'il pourrait l'être sur la nature de cette membrane, c'est qu'il n'en avait pas compris la raison dans l'étude du développement embryonnaire.

En résumé, il résulte de cette discussion que la plèvre existe chez les oiseaux, mais sous une forme rudimentaire ; que ses deux feuillets sont libres dans les gouttières rachidiennes et adhérents sur les côtés : sur le diaphragme, il n'y a point de séreuse. Cette partie, en effet, correspond à la face antérieure du poumon. Or le poumon se développe d'avant en arrière, ainsi que nous l'avons exposé ; il est primitivement représenté par un bourgeon de la cloison médiastine, au milieu duquel se trouve le cylindre épithélial qui va former les bronches. Il est donc naturel de ne point trouver de séreuse de ce côté.

Ces faits prouvent assez de quelle importance est l'étude de l'embryogénie, qui permet de donner des dispositions anatomiques une interprétation exacte et même de les prévoir, telles qu'elles sont chez l'adulte, d'après celles que l'on observe dans les premières phases de la vie.

Appareil respiratoire des poissons.

Chez l'oiseau, nous avons dit que l'organe de la respiration, au lieu d'être libre dans la cavité péritonéale ou pleurale, est en partie englobé au milieu du mésoderme. Supposons maintenant qu'au lieu d'arriver jusqu'à la cavité péritonéale, le bour-

geon épithélial qui naît du pharynx reste entièrement dans la masse mésodermique qui s'étend entre l'extrémité céphalique et la cavité péritonéale, et on aura la dispositions des branchies. Chez les poissons, en effet, la péritoine est séparé du cœur et des branchies par un diaphragme membraneux qui ferme supérieurement la cavité abdominale. Or, les branchies se développent sous forme d'enfoncements épithéliaux et de bourgeons vasculaires qui partent des parties latérales de la cavité pharyngienne.

Chez les autres vertébrés, ces bourgeons épitheliaux pharyngiens traversent longitudinalement toute la couche mésodermique, et aboutissent à la cavité péritonéale, devenue cavité pleurale après un long trajet. Or, supposons qu'avec un mode de développement analogue, le bourgeon épithélial bronchique se résolve en branches latérales dès son origine. Dans ces conditions, les subdivisions tendront à gagner le tégument externe et n'atteindront point la plèvre. Ainsi se formeraient les ouvertures des branchies. L'organe respiratoire s'est développé trop haut pour pouvoir atteindre la cavité péritonéale et s'envelopper de la séreuse qui la tapisse.

Geoffroy Saint-Hilaire avait essayé de démontrer les analogies entre l'appareil respiratoire des mammifères, des oiseaux et des poissons. Les ouvertures de la trachée chez les seconds représentent les ouïes d'après son système ; d'après ce que nous venons de dire à propos du développement de l'organe respiratoire chez ces différents animaux, on voit quelle fût la sagacité du grand anatomiste que nous venons de citer.

Achèvement des cavités pleurales.

Nous avons vu à quel niveau de la cavité pleuro-péritonéale apparaissait le poumon. Pour voir comment se forment les plèvres, supposons maintenant que nous fassions des coupes horizontales de l'embryon, afin de déterminer dans ces plans la situation relative des parties. La considération de ces coupes va nous donner le mode de formation des cavités pleurales.

En effet, si l'on considère des coupes transversales de l'embryon faites au niveau du cœur, à l'époque où les arcs branchiaux sont complétement formés, ce qui correspond au quatrième jour, chez le poulet, on trouve la section de deux cavités, une antérieure péricardique, une postérieure ou péritonéale.

A cette époque du développement, les sections inférieures ne montrent plus trace de la communication qui existait primitivement entre la portion postérieure et la portion antérieure de la fente pleuro-péritonéale. Le cœur est dans un sac fermé.

Mais si l'on suit une série de coupes ascendantes, on voit qu'il existe en arrière de ce sac et de la cloison transversale qui le limite en arrière la seconde partie de la cavité péritonéale.

Celle-ci, sur les coupes très-élevées, passant au niveau du bulbe aortique, se montre de chaque côté de l'intestin et du prolongement en T de la cloison médiastine, comme une fente étroite qui devient de plus en plus mince à mesure qu'on s'élève, qui s'élargit au contraire quand on se dirige vers l'extrémité caudale (pl. XLIV, fig. 3). Au niveau de la partie inférieure du cœur, on rencontre le foie (pl. XLIII, fig. 4), déjà très-volumineux, qui occupe une surface considérable sur les coupes. La cavité péritonéale s'élargit donc beaucoup à ce niveau. Elle a par conséquent la forme de deux cônes à base inférieure, à sommet sous les arcs viscéraux, placés à côté l'un de l'autre, et dans l'espace qui les sépare, se trouve l'intestin et se développe la trachée. En avant de ces deux cônes, est le sac péricardique.

Le poumon, dès qu'il apparaît, se montre sous forme d'une saillie qui, chez les oiseaux et les mammifères, fait corps avec la cloison péricardique. Si l'on suit, à partir du moment de son apparition, le développement de la séreuse qui l'entoure, on voit que la cloison péricardique (fig. 1, 2, 3, 4, pl. XLIV), de transversale qu'elle était, s'incurve peu à peu, de façon à prendre la forme d'un demi-cylindre ouvert en avant. Ainsi, la partie médiane de cette cloison conservant ses rapports primitifs avec le cœur, ses parties latérales tendent à se rapprocher peu à peu de la ligne médiane et à envelopper ces organes. Chez la plupart

des animaux, l'enveloppement est incomplet, les plèvres s'insérant sur deux lignes irrégulières, symétriquement placées par rapport à l'axe de la paroi thoracique antérieure.

Ces cloisons, reportées ainsi en avant par le fait du développement des poumons, sont composées de trois couches : deux épithéliales et une intermédiaire, dépendant du mésoderme.

Les deux surfaces épithéliales donneront: l'antérieure le feuillet séreux du péricarde; la postérieure, le feuillet séreux de la plèvre médiastine. Quant à la couche de mésoderme intermédiaire, elle formera la couche fibreuse de chacune de ces membranes et la couche de tissu conjonctif interposé entre la plèvre et le péricarde dans le médiastin antérieur.

Nous avons donné une série de dessins représentant le développement des plèvres chez les oiseaux et chez les mammifères. On voit qu'au moment où le poumon débute, il a à peu de chose près la même forme et les mêmes rapports chez les uns et les autres de ces animaux. La cavité séreuse qui l'entoure est seulement un peu plus étendue chez les mammifères.

De l'union des deux feuillets blastodermiques interne et externe.

Un des points les plus importants du développement de l'extrémité céphalique est de savoir comment s'unissent ces deux feuillets, dont l'un réprésente spécialement l'intestin, l'autre le tégument externe. Lorsqu'on examine la constitution des muqueuses œsophagiennes, pharyngiennes et buccales, on voit qu'elles ont la plus grande analogie avec le derme; par contre, celle de l'estomac a tous les caractères de la muqueuse intestinale. Au cardia, il existe une ligne de démarcation parfaitement nette.

Chez beaucoup d'animaux on voit, immédiatement au-dessus de la muqueuse gastrique proprement dite, certaines productions qui ne se rencontrent que sur la peau. Ainsi, chez les ruminants, les trois premiers estomacs présentent des papilles très-développées avec des revêtements épithéliaux tout à fait comparables à ceux de la langue.

Réduit à sa plus simple expression, l'animal se compose de deux membranes : l'une interne, au moyen de laquelle il absorbe les matières qui servent à sa nourrition ; l'autre externe, qui le protége : c'est la forme primitive que revêt l'embryon. Les embryons de Mollusques, d'Hirudinès, vivent longtemps avec cette constitution élémentaire. Mais, avec le temps, chacune de ces membranes se perfectionne ; l'interne donne naissance à des glandes annexes de la cavité digestive, l'externe devient une enveloppe protectrice. Tant que le système nerveux de l'animal, incomplétement développé, le condamne à une tactique purement défensive, cette enveloppe conserve ses caractères primitifs, sa forme primitive. Mais à mesure que l'être se perfectionne, que les attributs de l'animalité se montrent en lui avec des caractères plus élevés, il trouve plus de ressources dans son activité, son adresse, que dans la résistance de sa cuirasse. Il s'en dépouille alors progressivement, la guerre devient offensive ; elle se fait alors par ce seul moyen. Les armes ne consistent plus que dans la dent et la griffe, mises l'une et l'autre au service d'un système nerveux et musculaire d'une puissance considérable. Mais cette dent et cette griffe, ont toujours la même origine au point de vue embryogénique. C'est toujours le tégument cutané qui leur donne naissance. Ainsi la formule est toujours la même, quel que soit le degré de développement, de perfectionnement qu'ait suivi l'animal, qu'on en considére un seul pendant les phases embryonnaires ou plusieurs successivement dans la série des êtres.

Le professeur Robin a, comme nous l'avons déjà dit au commencement de cet article, soutenu la théorie de la séparation absolue des deux feuillets blastodermiques. Cette théorie répond à l'ensemble des faits ; d'une façon générale, les deux feuillets blastodermiques représentent : l'un les racines de l'être, l'autre son armure, dont la forme seule varie suivant le genre de lutte qu'il a à soutenir. Mais en pénétrant dans l'analyse intime des phénomènes embryogéniques, peut-on dire qu'elle se trouve vérifiée ? C'est en considérant les limites précises entre lesquelles s'étendent l'un et l'autre feuillet que nous trouverons la solu-

tion de cette question, d'une importance majeure en anatomie générale.

La théorie des trois feuillets blastodermiques, engendrant chacun des produits différents, n'est plus soutenable aujourd'hui si l'on remonte aux époques primitives du développement; elle l'est d'autant moins qu'il semble bien avéré, d'après les recherches de Kölliker, que le feuillet moyen serait une émanation du feuillet externe, au moment où existe la ligne primitive ; mais à une époque plus tardive, alors que chaque partie de l'embryon se spécialise, que chaque couche prend une forme qui lui assigne un rôle déterminé, il n'en est plus de même. Deux éléments, bien qu'ayant un ancêtre identique, seront à un certain moment absolument différents l'un de l'autre, et leurs descendants ne se ressembleront pas. C'est ainsi que, considérés à une certaine époque, les éléments du feuillet moyen et ceux du feuillet externe n'ont plus entre eux aucun rapport, et partant les formations diverses qui peuvent naître dans l'une ou l'autre de ces couches, sont absolument dissemblables. Il n'est donc pas exact de dire que les tissus formés aux dépens de tel ou tel feuillet n'ont aucun caractère distinctif. Tout dépend de l'époque à laquelle ils ont été engendrés. Mais si cette discussion peut encore être soulevée à propos des dissemblances et des analogies que présentent des tissus nés dans le feuillet moyen et l'un quelconque des deux autres pour une époque ralativement tardive, il n'en est pas de même certainement quand on considère le feuillet externe et le feuillet interne. Ici la différenciation est évidente dès le travail de formatian blastodermique ; dès les premières phases de la segmentation, on voit en effet, par le fait de la segmentation inégale découverte par Remak, suivie avec tant de soin sur les hirudinées et les mollusques par Ch. Robin, que dès l'origine les deux feuillets externe et interne sont différents l'un de l'autre. Comment peut-on admettre que plus tard il y ait identité, puisque c'est là la règle générale du développement embryogénique que les différences entre les parties vont toujours en s'accusant davantage ?

Partant de cette idée que les deux téguments étaient essen-

tiellement différents, le professeur Robin pensait que leur réunion se faisait par la soudure de deux bourgeons marchant en sens contraire l'un de l'autre : d'une part le bourgeon bucco-pharyngien, de l'autre le bourgeon intestinal; selon que le point de rencontre se trouvait un peu plus haut ou plus bas, les caractères présentés par la muqueuse intestinale ou cutanée, se retrouvaient dans une plus ou moins grande étendue. En réalité, ce n'est pas ainsi que se fait l'union des deux feuillets; mais, au point de vue où nous nous plaçons, les conséquences sont les mêmes. L'union des deux feuillets du blastoderme, le feuillet cutané et le feuillet intestinal, se fait d'une façon compliquée ; et pour se rendre compte des phénomènes qui se produisent, il faut examiner l'embryon sur des projections horizontales, au moyen de coupes faites suivant deux plans perpendiculaires.

A la période du développement où nous en sommes resté, alors que l'embryon était couché horizontalement, toute la face ventrale, exactement appliquée sur le plan de l'aire vasculaire, au niveau de l'aditus antérior, au-dessous de la vésicule cérébrale antérieure, l'ectoderme et l'endoderme étaient séparés l'un de l'autre par toute l'épaisseur des deux lames (voir pl. XLV), qui se rejoignent au-dessus du cœur. Il est facile de s'en convaincre tant par les coupes longitudinales que transversales. Bientôt l'augmentation de volume de l'extrémité céphalique force celle-ci à se placer de côté à mesure qu'elle s'incline en avant. L'embryon est alors tordu sur lui-même ; la partie inférieure regarde directement en avant, alors que la partie supérieure regarde à droite. Ces deux extrémités ne se retrouveront dans le même plan que longtemps après, quand l'augmentation de volume de l'extrémité inférieure l'aura forcée à son tour à changer sa direction. Examinons les phénomènes qui se produisent lors de ce déplacement latéral de l'extrémité céphalique. Toute la partie qui est au-dessus du cœur augmente de volume, se porte en avant de cet organe, et s'incurve de façon que la vésicule cérébrale moyenne se trouve sur le grand axe de l'embryon, alors que précédemment la vésicule antérieure occupait cette position.

On voit alors paraître les arcs viscéraux, et c'est à la formation de ces arcs qu'est due l'élongation et par suite l'incurvation de la partie supérieure de l'embryon. Ces arcs représentent des bourgeons latéraux formés par le mésoderme. Ils comblent l'espace que laisserait la vésicule cérébrale antérieure en s'éloignant du cœur. Supposons en effet, que le cœur restant fixe, l'extrémité céphalique s'allonge, entraînant avec elle l'intestin, qui la suit dans son développement, exactement comme si, pour entourer davantage le cœur, toute la partie de l'embryon, située en arrière de cet organe, s'étirait pour ainsi dire, et se disposait en arc de cercle. Or, à supposer qu'on veuille réaliser cette sorte d'enroulement du corps de l'embryon autour du cœur, si l'on voulait lui faire décrire un arc de cercle plus étendu, on le ferait éclater en plusieurs points correspondant aux parties les plus minces, celles qui ferment l'intestin sur les côtés. Les fentes branchiales donnent assez bien l'idée d'un mouvement analogue réalisé par les phénomènes du développement.

On voit en effet, de chaque côté de l'intestin, se produire, à mesure qu'il s'allonge pour accompagner la tète, des fentes latérales (fig. 2, pl. XLV) qui mettent en communication l'éctoderme avec la couche épithéliale de l'aditus antérior. Entre ces fentes sont des parties pleines ou bourgeons qui tendent à se réunir au-dessus du cœur, en enveloppant la lame mésodermique antérieure du péricarde (ou ligament cervico-pérircadique.)

Dès que la flexion de la tête, sa rotation à droite, sont opérées, on distingue ces arcs viscéraux sur des embryons de poulet au commencement du troisième jour.

Or le fait important, au point de vue où nous nous plaçons actuellement, c'est que les deux feuillets cutané et intestinal se mettent en continuité par ces fentes viscérales. A mesure qu'une fente se produit, la soudure se fait entre les deux couches épithéliales situées de part et d'autre de la cloison mésodermique.

Pendant que s'opère cette union de l'ectoderme et de l'endoderme, le cul-de-sac supérieur de l'intestin monte toujours avec l'extrémité céphalique, laissant ainsi au-dessus de lui suc-

cessivement une, deux, trois ouvertures qui mettront en communication les deux feuillets opposés du blastoderme. Mais il vient un moment où l'intestin, de son côté, opère sa jonction avec l'épithélium externe immédiatement sous l'extrémité céphalique. Cette époque est facile à préciser.

Sur des coupes longitudinales d'embryon de 48 à 56 heures, immédiatement au-dessous de la vésicule cérébrale antérieure, l'endoderme est presque en contact avec l'ectoderme (voir en G, fig. 2, pl. XLV). Il y a donc lieu de présumer que l'union se fait à une époque peu éloignée. Mais avec des coupes perpendiculaires à l'axe, nous pouvons déterminer d'une façon plus précise : en effet, considérons la coupe (fig. 3, G) en la comparant à la coupe longitudinale (fig. 2) faite sur un embryon du même âge, suivant la ligne A B.

Au-dessus de la vésicule cérébrale antérieure, on aperçoit une sorte de conduit G. C'est la coupe de l'enfoncement qui existe sous la vésicule cérébrale antérieure, et qui est destinée à former les fosses nasales. Au-dessous, l'aditus anterior communique largement par une fente branchiale avec l'extérieur F.

Or l'aditus et la cavité des fosses nasales sont déjà en communication ; on peut voir les cellules épithéliales qui se continuent de l'un à l'autre des deux feuillets.

En résumé, les deux feuillets intestinal et cutané du blastoderme se mettent en contact du côté de l'extrémité céphalique dès le début du troisième jour, d'abord par les fentes branchiales, et secondement par la jonction de l'enfoncement buccal avec l'extrémité supérieure de l'aditus anterior. Ainsi, à partir de la période du développement où existent les fentes branchiales, toute la partie du tube digestif qui est au niveau de ces fentes est revêtue d'une couche épithéliale qui se continue avec le futur épiderme cutané. C'est là très-probablement la raison pour laquelle les muqueuses bucco-pharyngo-œsophagiennes ont des caractères qui les rapprochent du derme. Mais ce qu'il importe de savoir, c'est le jour précis où se fait cette jonction des deux épithéliums par le moyen des fentes branchiales.

En considérant des coupes longitudinales d'embryons de

mouton de 5 millimètres, on reconnaît que la fente branchiale la plus inférieure, celle qui s'est formée la dernière, se trouve au niveau du foie, par conséquent de l'orifice cardiaque de l'œsophage.

Quand à la trachée, elle naît de l'épithélium qui tapisse le dernier ou l'avant-dernier arc branchial. Or, il est bien difficile de savoir, d'après ce que nous venons de dire, si cet épithélium est de même nature que celui du feuillet externe ou que celui de toute l'étendue du tube digestif.

Il est intéressant de rappeler ici le mode d'union des deux feuillets au niveau de l'extrémité caudale.

Nous avons fait voir (communication à l'Académie des sciences, avril 1878) que le bourgeon anal se mettait en rapport avec la cavité du pédicule allantoïdien, dès que sur l'extrémité caudale on pouvait distinguer à la loupe la saillie allantoïdienne, c'est-à-dire à la fin du troisième jour ou au commencement du quatrième. La couche épithéliale qui tapisse tout à fait au début la cavité de l'allantoïdc est bien la continuation directe du feuillet intestinal, ainsi que l'ont vu les embryogénistes allemands Kölliker, Gasser, Schenk, et en France Mathias Duval, et contrairement à une opinion que j'avais d'abord émise sur l'origine de cette vésicule. Je supposais qu'elle était la continuation directe du bourgeon anal. Cette erreur était due à ce que j'avais trouvé ce bourgeon anal qui doit former le cloaque, à une époque beauconp moins avancée qu'on ne l'admet généralement. Forster et Balfour pensent que le bourgeon cutané anal ne s'unit à l'intestin postérieur qu'au cinquième jour, et nous avons vu et figuré cette réunion dès la fin du troisième; ou, pour préciser davantage, si l'on considère des séries de coupes transversales, on peut voir que l'union est opérée à l'époque où l'allantoïde, coupée dans le point où elle offre ses plus grandes dimensions, a la forme d'une masse à peu près pleine avec une cavité relativement étroite dans la partie centrale, en un mot, elle n'a pas encore l'aspect vésiculeux.

Sur les coupes longitudinales faites à la même époque, on voit que cette masse pleine figurée en C (fig. 4, pl. XLV), est

bien la coupe du bourgeon anal faisant saillie dans la cavité de l'allantoïde au point où elle s'unit à l'intestin. Sa communication entre l'ectoderme et la cavité allantoïdienne est très-large à partir de cette époque, au point que cette dernière semble pour ainsi dire un prolongement pour l'enfoncement cutané. S'il faut donc admettre que l'allantoïde est une formation primitive du feuillet interne, il est probable que cette large communication, qui s'établit dès le début par le moyen de l'enfoncement anal, influe sur la nature des éléments qui en tapisseront la surface interne, et que la couche épithéliale allantoïdienne deviendra ectodermique. Ce qu'on ne peut se refuser à admettre, en effet, c'est que : 1° sur les animaux qui ont un cloaque, la muqueuse de cette cavité est très-différente de celle de l'intestin et ressemble au derme ; 2° qu'il existe, au niveau de la ligne des godets de Morgagni chez l'homme, une démarcation absolument tranchée entre la muqueuse intestinale appartenant au rectum et le tégument de l'anus ; 3° que la vessie a une muqueuse analogue au derme.

Or, du côté de l'extrémité céphalique, les mêmes phénomènes embryogéniques se produisent, et nous constatons les mêmes résultats anatomiques sur l'animal complétement développé.

L'intestin antérieur remonte d'abord jusque sous la vésicule cérébrale antérieure, et on serait tenté dès lors de donner, avec les auteurs allemands, une origine endodermique à toutes les parties qui, chez l'adulte, sont situées au même niveau par rapport au système nerveux central; mais en suivant le développement de l'extrémité céphalique comme nous l'avons fait, on voit qu'une fois les communications établies par l'intermédiaire des fentes branchiales avec le feuillet intestinal, il est aussi rationnel d'admettre que le développement ultérieur du pharynx se fait aux dépens de la couche épithéliale cutanée que de l'épithélium intestinal. C'est exactement ce que nous avons vu pour l'allantoïde.

Il est bien difficile, sinon impossible, de montrer pour la formation de cette cavité comme pour celle du pharynx, que l'ectoderme s'étend du côté de la couche endodermique préexistante, ou plutôt que, cette dernière restant limitée aux points qu'elle

a primitivement occupés, la seconde fait seule les frais du développement ultérieur, et qu'ainsi se trouvent constituées des muqueuses cutanées là où, d'après les premiers phénomènes embryogéniques, on aurait pu s'attendre à voir des muqueuses analogues à celle de l'intestin. Nous ne voyons pas encore le moyen de donner des démonstrations de ces faits; mais, en tous cas, pour l'extrémité céphalique, l'ouverture de la fente branchiale se fait au niveau du point où sera l'orifice inférieur de l'œsophage. Pour l'extrémité caudale, les muqueuses cutanées commencent, et les muqueuses intestinales s'arrêtent là où le bourgeon anal vient se mettre en rapport avec l'allantoïde. Est-il maintenant possible de pousser plus loin l'analyse, et de voir quels phénomènes intimes se passent dans les éléments des couches épithéliales qui président à la formation de toutes ces muqueuses?

Relativement au poumon, nous avons montré que son origine sur l'épithélium des arcs viscéraux devait faire hésiter tout au moins à le faire considérer comme une provenance intestinale.

Au moment où se fait le tube trachéal, la cavité pharyngienne est simplement modifiée par la présence des ouvertures branchiales, qui la mettent sur plusieurs points en communication avec l'ectoderme. La constitution des muqueuses bronchiques en fait encore bien plutôt des dépendances du tégument cutané que de l'intestin.

La cavité pharyngienne devient cutanée : c'est là un fait incontestable démontré par la structure des muqueuses. A quelle époque se fait cette sorte de transformation? Il est bien évident que c'est au moment de la production des fentes branchiales.

Le poumon naissant après que ses fentes sont formées, il est donc plus logique d'admettre qu'il a une origine ectodermique.

Conclusions.

(1°) Si l'on considère l'embryon de poulet de 48 heures, au moment où est formé le capuchon céphalique, et qu'on suive les phases ultérieures du développement, on arrive à cette conclusion : que ce capuchon céphalique donne naissance non-seule-

ment à la tête, mais encore à la portion thoracique de l'animal, comprenant : le cœur, les poumons, jusqu'aux insertions du diaphragme.

La paroi antérieure du capuchon céphalique, marque la limite entre la portion céphalo-thoracique et la portion abdomino-génitale. Les organes dont nous venons de parler sont situés dans la portion céphalo-thoracique, de même que, chez les poissons, au-dessus du diaphragme membraneux qui limite supérieurement la cavité abdominale, se trouvent le cœur et l'appareil respiratoire, le tout réuni à la tête.

On peut comparer le capuchon céphalique à un casque. Sa région céphalo-thoracique prend par rapport à ce casque la position du cimier, la visière du casque devient le diaphragme.

(2°) Pour suivre le développement du capuchon céphalique, nous avons dû remonter à son origine, voir comment se formaient la fente pleuro-péritonéale et l'amnios, et nous avons démontré, pour la facilité des recherches ultérieures, cette formule : *Le trajet de la fente pleuro-péritonéale est, à toute les époques des deux premiers jours de la vie embryonnaire, indiqué par la ligne d'insertion du capuchon amniotique.*

(3°) Connaissant exactement la fente pleuro-péritonéale, nous avons tracé le chemin suivi par les rameaux de l'aire vasculaire jusqu'au point de convergence central, situé en avant de l'aditus anterior, point qui représente le cœur, double d'abord, ainsi que M. Dareste l'a montré.

(4°) Nous avons fait voir alors comment la cavité pleuro-péritonéale se séparait en péricarde et en cavité péritonéale, l'une située en avant du capuchon céphalique, l'autre sur les côtés et au-dessous, par le fait de la pénétration réciproque de l'intestin et du cœur dans le mésoderme céphalique et la fermeture des lames ventrales. Cette séparation est faite au bout de 48 heures chez le poulet. Les auteurs qui traitent de cette question avaient fixé cette époque au quatrième jour.

(5°) La séparation du péricarde et du péritoine effectuée, la masse mésodermique qui forme cloison entre les deux séreuses, donne naissance à des parties très-importantes ; cette masse mésodermique post-péricardique, n'est que la paroi antérieure de l'aditus anterior épaissie. Elle donne, en outre de la cloison

transversale isolant la cavité du péricarde : 1° la masse conjonctive dans laquelle se développent les poumons ; 2° le tissu cellulaire des médiastins, les parois musculaires de l'intestin.

Sa partie inférieure, formant la visière du casque, se plie horizontalement, et donne la masse conjonctive qui supporte le foie, la capsule de Glisson et le diaphragme. Il résulte de là qu'elle marque la limite entre la région abdominale et la région céphalo-thoracique, ce qui démontre la première proposition que nous avons énoncée.

(6°) Les plèvres se développent à la partie supérieure de la cavité péritonéale ; à mesure qu'elles augmentent de volume, elles plient la partie verticale de la cloison post-péricardique de chaque côté du cœur, de façon à constituer les médiastins.

Les plèvres ont la même disposition chez les oiseaux et chez les mammifères au début de la période embryonnaire. Les plèvres d'oiseau à l'état adulte ne diffèrent de celles des mammifères que par les adhérences nombreuses qui s'établissent sur leurs faces latérales.

Dans les gouttières vertébrales, il existe chez l'oiseau une véritable séreuse sans adhérences, et avec tous les caractères de ces membranes.

(7°) L'appareil respiratoire des poissons se développe comme celui des autres vertébrés, seulement les bourgeons épithéliaux de la cavité pharyngienne qui lui donnent naissance, s'étendent latéralement vers l'ectoderme dès leur apparition, au lieu de plonger verticalement dans la séreuse péritonéale.

(8°) Le feuillet cutané s'unit au feuillet intestinal par le moyen des fentes branchiales.

La première de ces fentes débute au point où sera plus tard la face supérieure du foie et le diaphragme. Elle correspond par conséquent, à peu près, à l'orifice inférieur de l'œsophage. Au-dessus de ce point, les feuillets épithéliaux cutané et intestinal se soudent et se confondent. C'est à partir du niveau où se fait cette union qu'existe une ligne de démarcation tranchée entre les muqueuses œsophagiennes et gastriques; de même que, pour l'extrémité caudale, nous avons vu que le bourgeon ectodermique anal s'ouvrait dans le pédicule allantoïdien dès le début de sa formation, à la fin du troisième jour, et

déterminait la différence de structure existant entre la muqueuse de la vessie et celle de l'intestin.

(9°) L'extrémité supérieure de l'aditus anterior se met en communication avec l'enfoncement bucco-nasal à la fin du deuxième jour, aussitôt après la formation des premiers arcs viscéraux.

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE XLII.

Cette planche est destinée à montrer comment se forment le diaphragme et le médiastin postérieur aux dépens des parois de la cavité mésodermique, entre lesquelles se trouve le cœur après 48 heures d'incubation. La figure 1 représente une coupe longitudinale d'embryon de 44 à 46 heures. La figure 2, une coupe longitudinale d'embryon de mouton de 8 millimètres. Nous pouvons rapprocher ces deux figures, bien qu'elles proviennent d'animaux différents, car c'est à partir du stade représenté par la figure 1 que s'établissent les divergences entre les deux ordres de vertébrés.

Le cœur, dont les différentes parties sont figurées en *c*, *c*, est compris entre deux lames, *d*, *é*, du feuillet moyen. L'une de ces lames est accolée à l'amnios (*e*); l'autre (*d*), au feuillet interne *i*. On voit dans l'épaisseur de la lame (*d*) les vaisseaux. C'est la lame fibro-vasculaire. Ces deux lames mésodermiques se réunissent en arrière (*b*) pour séparer la cavité qui renferme le cœur, et qui deviendra le péricarde, de l'épithélium intestinal (*i*). C'est cette lame (*b*) qui donnera naissance au diaphragme et au médiastin postérieur.

On voit, sur la figure suivante, la cavité péricardique fermée, la lame *b* épaissie, pliée en deux; — la partie en avant du pli intermédiaire au cœur et au foie forme le diaphragme (*b*), fig. (2).

Fig. 1. — *a*, cavité péricardique ; — *b*, lame mésodermique fermant en arrière la cavité péricardique ; — *c*, cœur; — *d*, lame fibro-vasculaire appliquée au feuillet interne ; — *e*, amnios ; — *e'*, couche mésodermique appliquée au feuillet épithélial amniotique ; — *g*, coupe du premier arc branchial ; — *h*, cavité de l'intestin ; — *i*, feuillet interne.

Fig. 2. — *a*, cavité du péricarde ; — *b*, *b*, lame mésodermique postérieure au cœur, transformée en tissu cellulaire du médiastin postérieur et en diaphragme ; — *c*, cœur; — *d*, trachée ; — *e*, paroi antérieure du péricarde; — *f*, foie ; — *g*, arcs branchiaux ; — *h*, intestin ; — v_1 v_2 v_3, 1re, 2e, 3e vésicules cérébrales ; — *p*, pédicule allantoïdien ; — *w*, corps de Wolff.

PLANCHE XLIII.

Les figures de la planche XLIII montrent, sur des coupes horizontales, le développement de la plèvre chez le mouton. Une et deux coupes faites à deux niveaux différents sur un embryon de mouton de 5 millimètres. (Ces deux préparations appartiennent à M. Tourneux.) Il n'existe encore qu'une cavité du péricarde et une cavité péritonéale. — Le poumon n'est pas encore formé. — La figure (1) reproduit une coupe passant au-dessus du foie, dans la partie qui sera plus tard la plèvre; la seconde une coupe passant au niveau du foie. — Le péricarde est délimité en cavité distincte. — Quant à la division du péritoine en plèvre et péritoine, elle se fera au fur et à mesure du développement du foie.

a, cavité du péricarde; — *a'*, cavité péritonéale ; — *b*, lame mésodermique postérieure du péricarde ; — *c*, cœur ; — *d*, œsophage ; — *m*, moelle ; — *o*, aorte ; — *w*, corps de Wolff.

Figure (2). — Les lettres ont la même signification, sauf *f*, qui désigne le foie, lequel se développe, ainsi qu'on peut en juger, dans la lame mésodermique sous-jacente au cœur.

Fig. 3 et 4. — Coupes d'embryon de mouton après la formation du poumon. — La figure 3 est relative à un embryon de 1 centimètre ; la figure (4) à un embryon de 3 à 4 centimètres.

Sur la figure (3), on voit que le bourgeon pulmonaire figuré en (*e*) apparaît dans la partie la plus élevée de la cavité péritonéale et dans un espace très-limité. — Il est libre en arrière et adhérent en avant, se continuant de ce côté avec la couche mésodermique postérieure de la cavité du péricarde. — C'est une sorte d'excroissance de la lame (*b*) qui vient former le tissu conjonctif enveloppant les bronches.

Des coupes faites sur un niveau plus inférieur montrent que la cavité séreuse générale s'est divisée en péritoine et en plèvre.

a, cavité du péricarde ; — *a'*, cavité pleurale ; — *b*, lame mésodermique postérieure du péricarde ; — *c*, cœur : la coupe intéresse à la fois la partie ventriculaire et auriculaire ; — *d*, œsophage ; — *e*, bronches et poumon ; — *m*, moelle ; — *n*, ganglions rachidiens ; — *o*, aorte ; — *p*, corde dorsale.

Fig. 4. — Sur la figure (4), correspondant à un embryon plus âgé, on voit que la cavité pleurale a beaucoup augmenté de capacité ; elle tend déjà à repousser et à envelopper la cavité du péricarde ; en même temps, le péricarde s'enfonçant de haut en bas dans le péritoine qui le déborde, on voit celui-ci apparaître sur les coupes de chaque côté du cœur, en *a*.

a, péricarde ; — *a'*, cavité pleurale ; — *a''*, cavité péritonéale ; — *b*, lame mésodermique postérieure, se pliant de chaque côté du cœur pour former les parois latérales du médiastin ; — *c*, cœur ; — *d*, œsophage ; — *e*, poumon et bronches ; — *f*, foie ; — *m*, moelle ; — *n*, ganglions ; — *o*, aorte ; — *p*, corde dorsale ; — *q*, côtes.

PLANCHE XLIV.

Figures (1, 2, 3). — Ces trois figures représentent des coupes faites à des niveaux différents sur un embryon de poulet au cinquième jour, figure (1), coupe au niveau du point où le bourgeon bronchique n'a pas encore pénétré dans la cavité péritonéale.

La figure (2), coupe plus inférieure. La cavité pleurale est représentée en (*a' a'*) par une fente large en arrière et en dehors, étroite en dedans. — Le poumon fait corps avec la masse mésodermique du médiastin, qui se continue en avant avec le cœur, et se trouve traversée par des veines (*v*, *v*) qui vont à cet organe.

Sur la coupe (3) passant en dessous du cœur, on voit de chaque côté de la ligne médiane les poumons avec les bronches en (*e*, *e*). La séparation de la séreuse générale en plèvre et péritoine n'est pas encore effectuée. Le poumon adhère encore par sa face antérieure au foie. — Sur cette face, les adhérences mésodermiques persistent chez l'adulte sous forme de diaphragme thoraco-abdominal. — En arrière, le poumon est libre ; — c'est là que l'on trouve la séreuse pleurale. — Si l'on compare la figure (3) de la planche 11, prise chez un mammifère, à celle-ci, on constate une analogie évidente.

Fig. 1. — *a*, péricarde ; — *b*, couche mésodermique postérieure au péricarde ; — *c*, cœur avec ses colonnes charnues ; — *d*, œsophage ;

— *e*, poumon et bronches; — *m*, moelle; — *n*, ganglions rachidiens; — *p*, corde dorsale; — *o*, aorte; — *v*, veines se rendant au cœur.

Fig. 2. — *a*, cavité pleurale; — *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *m*, *n*, *o*, *p*, *v*, mêmes significations que dans la figure précédente.

Fig. 3. — *a'*, péritoine et plèvre, les deux séreuses étant encore continues; — *f*, foie; — *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *m*, *n*, *o*, *p*, *v*, mêmes significations.

PLANCHE XLV.

Fig. 1. — Épithélium de la plèvre de l'oiseau mis en évidence par le nitrate d'argent, grossissement de $\frac{1}{150}$.

Fig. 2. — Coupe longitudinale d'un embryon de poulet âgé de 52 heures, pour montrer l'union des feuillets externe et interne au niveau de l'extrémité céphalique. En comparant cette coupe à celle de la figure (1), planche (I), on voit qu'elle en diffère par le nombre des arcs branchiaux et par le mouvement de rotation de la tête à droite, car, sur la figure (2), pl. (IV), la tête et la région dorsale ne sont pas coupées de la même façon.

(*a*), cavité du péricarde, comme dans la fig. (I). pl. (XLII); cette cavité, comprise entre les deux lames mésodermiques qui doublent: l'une (*e*) l'amnios *e*, l'autre (*d*), le feuillet interne (*i*), est encore largement ouverte en avant; — *a'*, épithélium péritonéal; — *b*, lame mésodermique postérieure au péricarde; — *c*, cœur; — *d*, lame fibro-vasculaire; — *e*, épithélium de l'amnios; — *é*, couche de mésoderme contribuant à former l'amnios; — *f*, pharynx; — *g*, enfoncement du feuillet interne destiné à former la cavité buccale — et une partie des fosses nasales; — f_1 f_2 f_3, 1er, 2e, 3e fente branchiale; on aperçoit, sur ces fentes, la continuité de l'épithélium du pharynx avec le feuillet externe; — *h*, intestin; — *i*, feuillet interne; — v_1 v_2 v_3, 1re, 2e, 3e vésicules cérébrales; — *m*, moelle; — *p*, protovertèbres.

Fig. 3. — Coupe transversale de l'extrémité céphalique d'un embryon du même âge, passant au niveau de la fente branchiale; — *f*, cavité pharyngienne; — *g*, enfoncement buccal du feuillet externe; — *c*, cristallin; — *v*, vésicule oculaire; — f_1, première fente branchiale; — v_1, vésicule cérébrale antérieure; — v_3, vésicule cérébrale postérieure ou bulbaire.

Fig. 4 et 5. — Ces deux figures représentent des coupes faites à la fin du troisième jour sur un embryon de poulet, à des niveaux différents, sur la région lombaire.

La coupe (4) montre le bourgeon épithélial anal (*b*) en contact avec le feuillet interne; — la coupe (5) est faite au niveau du point où l'allantoïde a atteint son maximum de développement, ce qui montre l'âge du poulet : *a*, cavité intestinale; — *b*, bourgeon épithélial anal; — *c*, coupe de l'allantoïde au-dessous de la cavité; — *d*, coupe de la queue; — *e*, cavité péritonéale; — *m*, moelle; — *n*, conduit de Wolff; — *o*, conduit de Muller.

Fig. 5. — *a*, cavité intestinale; — *b*, cavité allantoïdienne; — *c*, parois de l'allantoïde; — *e*, péritoine; — *m*, moelle; — *n*, conduit de Wolff.

Le propriétaire-gérant,

Germer Baillière.

Saint-Denis. — Imprimerie Ch. Lambert, 17, rue de Paris.

NOTES

POUR SERVIR A L'HISTOIRE DU GENRE

ENTONISCUS

Par A. GIARD

Professeur à la Faculté des sciences de Lille.

(PLANCHE XLVI).

I. — Historique.

Presque tous les zoologistes qui ont étudié les Cirripèdes parasites appartenant au groupe des *Suctoria*, ont été conduits à s'occuper également de certains Crustacés Isopodes de la famille des Bopyriens, dont l'histoire est intimement liée à celle de ces animaux. C'est ce qui m'est arrivé à moi-même lorsque j'ai commencé en 1873 mes recherches sur *Sacculina carcini*. Ce parasite porte en effet lui-même un parasite, le *Cryptoniscus larvæformis*, sur lequel j'ai déjà publié antérieurement des observations préliminaires (1). Pour éclaircir quelques points douteux de l'organisation dégradée des *Cryptoniscus*, j'ai du recourir à l'examen d'autres Bopyriens d'une structure moins anomale. J'ai ainsi amassé sur cette famille d'Isopodes des matériaux assez importants. Mais la rareté de la plupart de ces animaux est très-grande; très-grande aussi la difficulté de suivre leur embryogénie, une seule femelle renfermant des œufs en grand nombre, il est vrai, mais tous au même stade d'évolution. Aussi n'ai-je pu encore amener la monographie que je projette à un point de perfection suffisant pour en com-

(1) Voy. Giard : Sur l'éthologie de *Sacculina carcini*. Comptes rendus de l'Académie des sciences. 1874.

mencer la publication. Je veux au moins dès aujourd'hui faire connaître plusieurs résultats sur un genre très-peu répandu, le genre *Entoniscus* (1). J'espère ainsi éviter des recherches inutiles à ceux qui pourraient être tentés d'aborder le même sujet, et fournir quelques données qui seront utilisées plus tard pour un travail plus général (2).

Le genre *Entoniscus*, créé par Fritz Müller en 1862, renferme des animaux qui avaient déjà été entrevus par Cavolini en 1787. Cavolini avait observé des Sacculines sur plusieurs espèces de Crabes, et il considérait ces parasites comme étant la ponte d'une petite espèce de cyclope greffée par la mère sur la queue des brachyoures. Après avoir rapporté les observations sur ce sujet, il ajoute :

« Outre le Cyclope que nous venons de décrire, il y a dans la mer un autre insecte qui fixe sa couvée sur le corps de nos crabes, mais d'une façon beaucoup plus importune pour ces animaux. C'est en effet au milieu même de leurs viscères que les œufs sont attachés. Jusqu'à présent, le *Depressus* (3) seul m'a paru affecté. Sur le côté de l'estomac, au point où se trouve le

(1) Une communication préliminaire sur ces animaux a été imprimée dans les comptes rendus de l'Académie des sciences (Séance du 12 août 1878).

(2) J'ai déjà indiqué sommairement certaines conclusions de ce travail. Voy. *Archives de zoologie expérimentale*, t. II, 1873, p. 513, et tome III, 1874. Notes et revue, p. III et IV.

(3) Il est impossible de ne pas reconnaître le *Grapsus varius* dans la belle description que Cavolini donne de son *granchio depresso :*

« Questo granchio è copiosissimo per gli scogli del nostro cratere, e sembra godere piuttosto di stare in secco, massimassime quando, pel calor della state, le acque presso i lidi si riscaldano, o si albanano : su di questi scogli di erbe vestiti è curiosa cosa vedere come in terra seduto, or con una, or con ambe le mani, colga quella verde conferva e alla bocca l'accosti. La forma del suo corpo è quadrilatera schiocciota, il colore di un verde cupo : le braccia son crasse e valide poco meno del paguro (*l'Eriphia spinifrons des auteurs modernes*) : la sua carne è mucilagginosa, e molto poca. Ma ciò che lo rende singolare, è la velocità del corso : bisogna esser destro per dargli sopra la mano; altrimenti o fugge sullo scoglio fin chè in mare precipiti, o vero in una prossima buca si rimpiatta : perciò dai nostri pescatori si chiama *granchio spirito.* »

Dans le même mémoire, Cavolini décrit et figure : 1° une grégarine parasite du *Grapsus*, et qu'il appelle tænia; 2° la *zoea* du *Grapsus*. (Pl. II, figures 7, 8 et 9.) Déjà, en 1768, Slabber avait de son côté découvert la métamorphose des décapodes, mais ce n'est qu'en 1823 que Vaughan Thompson généralisa ces observations, complétement oubliées.

foie, on voit une masse très-volumineuse, d'une couleur plus ou moins jaunâtre ou plombée, selon le degré de maturité occupant la place du rameau ovarien du crabe. Ce corps avance à travers les côtes de la carapace, et s'insinue ainsi dans la cavité branchiale. Il n'est pas difficile de le séparer du crabe. auquel on le voit attaché par du tissu cellulaire ; la portion antérieure de ce corps ovarien, celle qui est placée dans les viscères, mûrit d'abord, et par suite elle est beaucoup plus dilatée *a*, tandis que l'autre *b*, qui se trouve entre les côtes, est encore immature et garde l'impression de ces parties solides. Le sac ovarien est formé d'un tissu transparent, et contient à cet état la série graduée du développement des œufs qu'il renferme ; les plus mûrs sont en *a*, et ne sont visibles à l'œil nu que comme une substance granuleuse : cependant sur la figure ils ont été dessinés un peu plus grands pour éviter la confusion : les moins avancés sont en *b*. Vus au microscope, ces derniers sont d'une forme arrondie *c* : ceux qui sont un peu moins immatures sont figurés en *m* : ceux qui approchent le plus de la maturité sont réniformes, émarginés comme en *n* ; enfin les embryons éclos ont la forme représentée en *r*, et courent en tous sens dans la goutte d'eau placée sous la lentille du microscope. Ces insectes ont le corps divisé en un grand nombre d'anneaux, dont le premier porte deux yeux ; la queue est bifurquée, et le dernier article des quatre premières paires de pattes est claviforme.

« Cet insecte appartient à la race de l'*Oniscus squilliformis*, très-bien décrit par Pallas : il présente une certaine analogie avec l'espèce décrite sous le nom d'*Oniscus locusta* (1) par cet illustre naturaliste, espèce très-fréquente dans les ordures jetées sur le sable et baignées par la mer dans son mouvement de va-et-vient : c'est notre *puce de sable*. Toutefois, l'espèce qui se développe aux dépens du sang du crabe est beaucoup plus petite que cette puce de sable. Il est vrai que je n'ai pu voir cet insecte qu'au moment de son éclosion ; mais la grandeur

(1) *Spicilegia zoologica*. Fasc. IX, p. 50-55. BEROLINI, 1767.

des œufs que j'ai trouvés attachés aux pattes de notre puce de sable, m'a appris que les petits de cette dernière doivent être d'une taille beaucoup supérieure à celle de l'insecte que j'ai décrit et dessiné sortant des ovaires renfermés dans le corps des Crabes.

« Maintenant par quelle voie l'*Oniscus* mère introduit-il sa couvée dans le corps des Crabes, quand ce corps est complétement défendu par une peau dure et crustacée? Je dois ici raisonner par conjecture, mais par conjecture nécessaire, jusquà ce qu'il soit possible d'avoir la preuve oculaire du fait de cette pénétration. Nous avons déjà décrit plus haut les deux cavités, situées chacune sur un côté du corps du Crabe, et dans lesquelles s'agitent les branchies. L'eau y entre et en sort par deux ouvertures pourvues de valvules, et situées sur les côtés de la bouche en avant de la commissure latérale de la portion supérieure avec la portion inférieure de la carapace. La partie antérieure de ces cavités est formée d'une membrane délicate qui tapisse les viscères du Crabe. On comprend donc avec la plus grande facilité que l'insecte mère pénètre avec l'eau dans une semblable cavité et perforant la mince paroi d'icelle, introduit sa couvée dans le corps du Crabe : l'insecte mère entre là de la même façon que les œufs de Serpules ou d'Huîtres, que j'ai trouvés fréquemment éclos ou fixés contre les côtes qui existent dans ladite cavité branchiale.

« Nous avons donc chez les Crabes deux cas de greffe de parties animales ; la couvée de ces deux insectes, qui ont besoin pour leur développement de sucs élaborés dans un corps animal, ne pouvait être conduite à son terme par la mère. La nature s'est chargée de lui fournir une nourrice grasse et dévouée, à savoir le corps de nos Crabes. La mère fait une petite ouverture à la peau qui recouvre l'intestin : tantôt elle fixe à l'extérieur, tantôt elle introduit dans le corps du Crabe sa couvée renfermée dans une membrane jouant le rôle d'arrière-faix : et comme les œufs contenus dans cette membrane sont animés et tendent à se développer, il est certain que les canaux de cet ovaire sont des suçoirs absorbant l'humeur des vaisseaux du

Crabe vivant. En s'inosculant avec ces derniers et formant avec eux des anastomoses, ils constituent un *système continu* entre le *corps vivant* du Crabe et un autre *corps* également *vivant* qui tend à compléter son évolution. En somme, un fœtus étranger est devenu le véritable fruit du crustacé, et s'est développé sur cet animal de la même façon que chez les mammifères, les fœtus abdominaux se développent à peu près comme ils le feraient dans l'utérus, qui est leur demeure normale et véritable. Si chez un végétal ont fait une incision et qu'on y introduise un rameau vivant d'un autre plante, il se forme une greffe par inosculation et raccordement des vaisseaux; la même chose exactement a lieu chez nos animaux.

« Je ne sais si jusqu'à présent on connaissait des animaux qui se greffent. Il me semble qu'on avait plutôt observé le contraire de ce que je viens de signaler; on avait vu que les œufs d'un animal déposé dans le corps d'un autre animal produisent des tumeurs qui en se rompant forment de véritables plaies. C'est le cas de ces mouches qui déposent leurs œufs sous la peau des bestiaux, dans leurs narines ou leurs intestins, et qui occasionnent ainsi une tumeur, puis une espèce de cautère dont la sanie nourrit leur progéniture (1). Certainement les deux parasites des Crabes dont nous venons de parler, sont plutôt des animaux greffés que des galles animales : ces dernières ne se rencontrent que chez les végétaux attaqués par des animaux. L'œuf d'un insecte déposé sur une plante s'imbibe des sucs de celle-ci et s'accroît à ses dépens; mais il n'est pas rigoureusement exact de dire que les canaux de l'œuf s'abouchent avec ceux de la plante et font suite à ces derniers (2). »

Il est évident, d'après la description de Cavolini et les figures qui l'accompagnent, que dans ce cas, comme dans celui de la Sacculine, le prétendu sac ovigère n'est qu'un crustacé

(1) OEstri larvæ latent intra pecorum corpus, ubi per totam hyemem nutriuntur : fonticuli vice gerunt, etc. LINNÉE. Voy. aussi les œuvres de Vallisnieri et de Réaumur.

(2) Voy. Cavolini : Memoria sulla generazione dei pesci et dei granchi. Napoli, 1787, pages 190 à 194; pl. II, fig 17 et 18. Nous avons cru devoir traduire in-extenso ce curieux passage, parce que le mémoire de Cavolini est aujourd'hui presque introuvable.

dégradé par le parasitisme, et la forme des jeunes permet de reconnaître immédiatement qu'il s'agit ici d'un Isopode appartenant au groupe des Bopyriens.

Les quelques erreurs de détail qui existent dans la description de la larve ou de l'animal adulte, seront relevées plus loin : elles ne peuvent d'ailleurs modifier en rien cette première conclusion.

Comme on le voit, ces observations de Cavolini étaient bien remarquables, si l'on tient compte de l'époque à laquelle elles ont été publiées.

Malheureusement, dans cette question des Bopyriens comme dans celle des Suctoria, la bibliographie se complique d'une façon regrettable ; la difficulté très-grande de réunir les mémoires originaux, écrits souvent dans des langues et dans des recueils peu connus, fait qu'on s'est contenté de les citer d'après des extraits incomplets ou des traductions infidèles. Il en résulte qu'on s'est donné plusieurs fois la peine de détruire des erreurs qui n'existaient pas dans les auteurs incriminés, de retrouver des vérités depuis longtemps connues.

C'est ainsi que tout récemment, dans son intéressant travail sur le genre *Cryptoniscus*, P. Fraisse (2, page 41) (1), donnant une analyse des mémoires de Cavolini, fait dire au naturaliste italien qu'il est très-difficile de séparer *l'Entoniscus* (la prétendue bourse ovigère) d'avec les viscères du crabe. Il est évident que, si Fraisse eût eu en main le texte de Cavolini, il n'aurait pas traduit *questo corpo non è difficile separare* par *er sagt* (Cavolini) *dasz er sehr schwer zu trennen sei.*

Je ne puis comprendre non plus pourquoi Fraisse (*l. c.*, p. 41) reproche à Steenstrup d'avoir faussé le sens des observations de Cavolini, en disant que les Isopodes observés par ce dernier, se trouvaient dans la Sacculina et non dans la cavité du corps des crabes.

Voici en effet l'appréciation très-judicieuse que donne Steenstrup, relativement aux faits découverts par Cavolini :

(1) Les chiffres mis entre parenthèses, renvoient à l'index bibliographique qui termine la présente note.

« Parmi les excellentes observations consignées dans le mémoire si riche de Cavolini, nous trouvons figurée une masse très-bizarre d'une forme irrégulière remplie entièrement d'œufs plus ou moins développés. Cette masse a été trouvée dans un crabe : par une de ses extrémités, elle était fixée à la paroi interne stomacale ; de l'autre, elle était encastrée entre les deux cloisons que limitent sur le coté les anneaux formant la cavité thoracique du crabe. Dans la figure 18 *m. n*, Cavolini a représenté des œufs pris dans la masse, à divers états de développement ; dans la figure 18-*rr*, il a dessiné deux jeunes au moment où ils sortent de l'œuf. Cavolini compare ces jeunes avec l'*Oniscus squilliformis* décrit par Pallas, et les désigne sous ce nom. Il est impossible de ne pas reconnaître dans la description et le dessin de ces embryons une forme très-voisine du Liriope de Rathke, si voisine, qu'on pourrait à peine l'en séparer : on est par suite amené malgré soi à une comparaison avec les larves de *Bopyrus*. La forme des jeunes nous apprend donc que cette masse remplie d'œufs n'est, selon toute vraisemblance, qu'un crustacé parasite dégradé, et même un animal de la famille des Bopyriens ; seulement, cet animal est encore plus déformé, et l'on pourrait dire plus monstrueux qu'aucun autre type de Bopyride, et même que le *Peltogaster* et la *Pachybdella*. C'est plus qu'un *Epizoon* : c'est un *Entozoon*, une sorte de ver intraviscéral, puisque, comme le singulier gastéropode (*Entoconcha mirabilis*) découvert par Joh. Müller, dans la *Synapta digitata*, il est aussi solidement fixé sur un organe interne. »

Il est clair, d'après ce passage, que Steenstrup a parfaitement compris le rapports généraux de l'*Entoniscus* avec le crabe. Au lieu de recourir au texte danois ou à la traduction allemande de Creplin, qui est très-exacte, Fraisse n'a sans doute parlé du travail de Steenstrup que d'après ce qu'en dit Lilljeborg. Ce dernier (4, p. 291, *Annales*) a en effet confondu l'*Entoniscus* observé par Cavolini avec le *Liriope* (aujourd'hui *Cryptoniscus*) décrit par Rathke, et il a, de plus, attribué bien à tort à Steenstrup la même confusion.

Même le savant carcinologiste Spence Bate n'a su se garer de

plusieurs erreurs dans la citation qu'il fait du travail de Cavolini (1), à propos du genre *Cryptothiria* Dana. « Cavolini a, le premier, décrit et figuré deux crustacés différents dont l'un est rapporté avec doute par lui à l'*Oniscus squilliformis* de Pallas, et qu'il a trouvés vivant en parasites dans un sac attaché à la queue d'un crabe appartenant au genre *Portunus* ou *Carcinus.* » Il y a, comme on voit, presque autant d'inexactitudes que de mots dans cette courte référence.

Le premier et le seul zoologiste qui, depuis Cavolini, rencontra des parasites du genre *Entoniscus* fut Fritz Müller, qui paraît n'avoir pas connu les observations du naturaliste italien. C'est en 1862 que Fritz Müller créa le genre *Entoniscus* pour un crustacé isopode qu'il avait rencontré dans la cavité viscérale d'une *Porcellana* de la côte du Brésil, et qu'il nomma *Entoniscus porcellanæ* (2).

En 1871, l'habile zoologiste de Desterro fit connaître une nouvelle espèce du même genre : l'*Entoniscus cancrorum*, parasite de plusieurs espèces de *Xantho.*

Outre ces deux espèces, F. Müller a encore rencontré des *Entoniscus* dans les circonstances suivantes :

1° Dans une petite espèce de *Porcellana* qu'on rencontre rarement entre les Sertulaires et les Bryozoaires sur les rochers (une seule femelle d'*Entoniscus,* qui n'a pu être étudiée, de sorte qu'il est impossible d'affirmer qu'elle appartienne à l'espèce parasite de la *Porcellana* commune).

2° Dans une *Porcellana* nommée par Fritz Müller : *Porcellana* (*Polyonyx*) *Creplinii.* Elle est voisine de *Porcellana biungulata* Dana (*Polyonyx* Stimps), et se trouve communément par paires dans les tubes des *Chætopterus.*

Trois fois seulement, Müller rencontra des individus isolés : une fois, une femelle ; deux fois, un mâle. Chacun de ces trois individus hébergeait un *Entoniscus*, tandis qu'il ne s'en trou-

(1) *British sessile-eyed Crustacea.* Bate and Westwood. Vol. II, p. 262 et 264.

(2) D'après F. Muller, cette espèce de Porcellane, d'un vert noir, est excessivement commune sous les pierres à Desterro. (5 p. 100 de ces crustacées renfermaient le parasite.)

vaît jamais chez les individus appariés. Fritz Müller en conclut que la présence d'un *Entoniscus* comme celle des Rhizocéphales (*Suctoria*) entraîne la stérilité de l'animal infesté, d'où l'abandon de celui-ci par son conjoint.

L'*Entoniscus* de *Porcellana Creplinii* diffère de celui de la Porcellane, commune par la couleur des ovaires et la forme des lamelles ovigères.

3° Dans un *Achæus* vivant sous les roches parmi les Bryozoaires et les Ascidies : un seul couple d'*Entoniscus;* le mâle, très-caractéristique, permet d'affirmer que cette espèce est distincte d'*E. porcellanæ* et d'*E. cancrorum.*

Cela fait donc au moins quatre et peut-être cinq espèces distinctes de ce genre singulier, habitant toutes un petit coin de la côte du Brésil.

Il serait bien bizarre qu'un groupe de parasites vivant sur des animaux aussi répandus que les Décapodes fût localisé dans un espace aussi peu étendu. L'on peut affirmer, sans crainte de se tromper, que, dès qu'on les cherchera plus soigneusement, les espèces du genre *Entoniscus* se rencontreront bientôt un peu partout.

C'est dans cette pensée que, pendant un séjour de plusieurs semaines que je fis au Pouliguen (Loire-Inférieure), j'examinai avec soin plusieurs Décapodes de cette intéressante localité ; j'étais plus spécialement poussé à cette recherche par l'extrême abondance, en cette localité, du *Grapsus varius*, que je savais avoir fourni à Cavolini la première espèce du genre *Entoniscus* (1).

II. — Biologie et Anatomie.

Les *Grapsus* recueillis dans les petites anses que la grande côte très-déchiquetée du Pouliguen forme du côté de Penchateau, sont en effet assez fréquemment infestés par un *Ento-*

(1) Je crois que le *Grapsus varius* ne doit pas remonter au nord au delà de l'embouchure de la Vilaine ; je ne le connais pas plus haut que Piriac, et il n'existe sûrement plus à Concarneau. On trouve d'ailleurs, au Pouliguen, une foule de types méridionaux ; sans parler de la flore, où ce caractère méridional est très-accusé, nous citerons, parmi les insectes, l'Argynnis Pandora, la Dejopeia pulchella, etc., etc.

niscus, qu'on reconnaît sans peine être identique à celui décrit par Cavolini, et que, pour cette raison, je proposerai de nommer *Entoniscus Cavolinii.*

Le parasite se rencontre aussi bien chez les mâles que chez les femelles. D'après la statistique de mes recherches, on le trouverait plus souvent chez les premiers. Sur cinq individus infestés, quatre appartenaient au sexe mâle, et un au sexe femelle. Mais j'ai appris par mes études sur les Rhizocéphales que, pour avoir quelque valeur, de semblables statistiques doivent porter sur des centaines d'individus *recueillis dans une même localité*. Or, mes *Grapsus* venaient de divers points de la côte, et j'en ai examiné deux cents individus tout au plus. Je crois qu'on peut évaluer à un sur trente le nombre des crabes porteurs du parasite (1).

On trouve parfois deux *Entoniscus* dans un même crabe, et, dans ce cas, l'un d'eux a gêné la croissance de l'autre, ce qui est une circonstance favorable pour l'observation d'états intermédiaires, toujours rares chez les animaux parasites, à cause de la rapidité de la régression.

L'*Entoniscus Cavolinii* se trouve renfermé, comme les espèces étudiées par F. Müller, sous une fine membrane en continuité avec celle qui tapisse le côté interne de la cavité branchiale du crabe. Il est placé entre le foie, l'estomac et le cœur de son hôte. Généralement, la tête est cachée entre les cœcums hépatiques et en partie dissimulée sous le sac ovigère antérieur, la queue est recourbée sur la partie ventrale et passe sous le cœur du crabe.

Le parasite est tantôt du côté gauche, tantôt du côté droit de son hôte, plus souvent du côté gauche (trois fois plus souvent), à ce qu'il m'a semblé.

(1) Il est remarquable qu'aucun des *Grapsus* que j'ai examinés ne portait de Sacculine. Fritz Müller avait remarqué une coexistence fréquente de l'*Entoniscus porcellanæ* et du *Lernœdiscus porcellanæ*. Mon zélé collaborateur, J. Prié, dont j'avais attiré l'attention sur ce point, n'a jamais rencontré non plus *Sacculina Benedenii*. D'ailleurs les *Suctoria* paraissent affectionner les eaux calmes et légèrement impures; on les trouve bien plus fréquemment snr les divers décapodes de la baie de Penbron, au Croisic, que sur les mêmes crabes recueillis à la grand'côte de Poulinguen.

La forme générale est assez difficile à décrire, et varie d'ailleurs avec l'âge et la position du parasite. Nous l'avons représentée (pl. XLVI, fig. 1), aussi exactement que possible, d'après un individu vivant, tordu sur lui-même. La couleur varie aussi d'après l'état de développement des œufs, dont l'animal est presque entièrement entouré : elle est jaune-paille quand les œufs sont peu avancés ; lors de la maturité, elle prend la teinte gris-plomb qu'avait si bien observée Cavolini. Cette teinte est due à la formation d'un pigment particulier chez l'embryon.

Nous avons représenté, figure 5, le même individu détordu de façon à ramener la tête dans sa position normale. Sur cette figure, nous avons supposées enlevées les parois de la cavité incubatrice et les lames abdominales, de façon à montrer la forme réelle dn corps, constitué presque exclusivement par l'ovaire et le tube digestif.

La chambre incubatrice se compose d'une cavité antérieure ventrale communiquant latéralement avec deux cavités latéro-antérieures. Outre ces trois cavités, qui sont en communication et forment pour ainsi dire une cavité trilobée, toute la partie dorsale présente également une vaste chambre incubatrice bilobée postérieurement, et retombant latéralement en deux replis qui se rejoignent jusque sur la ligne ventrale lorsqu'ils sont chargés d'œufs.

Ces diverses parties sont plus nettement visibles sur l'animal, non encore entièrement transformé au stade représenté planche XLVI, figures 4 et 5 (1). On voit alors nettement la cavité ventrale trilobée et les deux crêtes chitineuses des bords ventraux de la chambre dorsale.

Cette curieuse disposition des chambres incubatrices est bien différente de celle indiquée par Fritz Müller pour *E. porcellanæ* et *E. Cancrorum*. La première de ces deux espèces présente des lames thoraciques qui ne diffèrent des lames ordinaires des Bopyriens que par un développement beaucoup plus considérable et leur aspect frangé. La seconde présente

(1) Ces figures sont relatives à l'*E. Moniezii*; mais, pour le point qui nous occupe, elles peuvent s'appliquer également à l'*E. Cavolinii*.

bien une chambre incubatrice antérieure ventrale, mais cette chambre paraît beaucoup plus réduite que chez l'*E. Cavolinii*, et ne semble pas communiquer avec la partie dorsale du parasite.

La portion terminale de l'*Entoniscus*, celle qui correspond à l'abdomen des autres Isopodes, est le plus souvent recourbée du côté ventral du parasite. A la partie dorsale du premier anneau de cet abdomen, on voit battre le cœur, qui ne m'a jamais paru faire hernie, comme chez l'*Entoniscus porcellanæ.*

La partie ventrale de l'abdomen porte cinq paires d'appendices lamellaires plissés et ondulés, correspondant aux cinq paires d'appendices ramifiés des l'abdomen des *Ione.* Ces appendices vont en décroissant de grandeur, depuis la naissance de l'abdomen jusqu'à l'extrémité terminale du corps, de sorte qu'en apparence, la première paire forme deux grosses touffes latérales, et les quatre dernières paires une touffe postérieure médiane équivalant à chacune des deux premières. La dernière paire d'appendices est d'ailleurs très-peu visible, et formée de chaque côté par un simple repli cutané.

Le corps se termine par une expansion taiangulaire présentant deux replis dorsaux. Il ne paraît pas y avoir d'anus, ce qui s'explique, comme nous le verrons, par la disposition du tube digestif.

Les appendices lamellaires de l'abdomen de notre *Entoniscus* ressemblent beaucoup à ceux que Fritz Müller a décrits et figurés chez l'*E. porcellanæ.* Mais, chez ce dernier, les lames frangées sont situées sous les anneaux thoraciques, et l'abdomen est occupé par des pattes en forme de sabre.

Chez l'*Entoniscus cancrorum*, Müller a trouvé des replis frangés abdominaux; mais ces replis, beaucoup moins développés que chez l'*E. Cavolinii*, forment de chaque côté de l'abdomen un rebord ondulé continu qui ne s'étend pas jusqu'à la partie terminale du corps.

A ce point de vue encore, l'*E. Cavolinii* diffère donc considérablement des espèces décrites jusqu'à ce jour.

La tête, dont nous parlons en dernier lieu, parce qu'elle est, parmi les parties externes de l'animal, celle qui est le moins visi-

ble au premier abord, se trouve cachée sous les replis du sac ovigère et présente la forme d'une double sphère. (Pl. XLVI, fig. 9 et 5.) La partie antérieure, celle où se trouve la bouche, est garnie, de deux replis lamellaires ; on ne trouve aucune trace d'antennes, et par son organisation intérieure, cette tête mériterait plutôt le nom de *cephalogaster*.

Lorsqu'on débarrasse le parasite de ses poches ovigères et des œufs ou des embryons qu'elles renferment, on obtient un corps d'une forme assez constante, composé en grande partie par l'ovaire et les organes digestifs de l'*Entoniscus*.

Le corps ovarien présente quatre prolongements latéraux, deux antérieurs et deux postérieurs (pl. XLVI, fig. 2), qui se dirigent de haut en bas vers la partie ventrale de l'*Entoniscus*. On distingue en outre, également à la partie ventrale, deux ou trois paires d'éminences beaucoup plus petites qui, jointes aux précédentes, représentent peut-être les traces des pattes thoraciques disparues. Des vestiges de ces organes se voient encore en effet sur l'animal, moins dégradé au stade représenté figures 3 et 4.

A la partie dorsale, on observe deux longues protubérances médianes légèrement courbées d'arrière en avant. La plus longue est la postérieure.

Tous ces prolongements rappellent ceux que l'on observe chez un animal voisin des *Entoniscus*, le *Cryptothiria balani* (*Hemioniscus* Buchholz), dont j'ai pu étudier plusieurs individus recueillis à Wimereux, à l'intérieur des *Balanus balanoïdes*, qui tapissent la tour de Croy.

L'on sait que le parasitisme ramène souvent chez certaines espèces appartenant à des groupes fort élevés des particularités d'organisation qu'on ne retrouve que chez les larves des autres espèces du même groupe.

Ces phénomènes de retour au type atavique par regression parasitaire, ont fréquemment induit en erreur les zoologistes qui s'occupent uniquement de taxonomie, et même parfois les embryogénistes.

En partant de cette idée, on pourrait être tenté de comparer

les singuliers prolongements dorsaux de l'*Entoniscus* aux protubérances anologues qu'on observe chez un grand nombre de crustacés au stade *Zoea*. C'est une comparaison qui s'impose naturellement à l'esprit, et j'avais cru devoir l'indiquer dans ma communication préliminaire sur le genre *Entoniscus*. J'ai réfléchi depuis que des protubérances plus ou moins similaires se rencontrent chez un grand nombre de crustacés parasites appartenant à des types inférieurs, notamment chez des Copepodes, où elles ne peuvent évidemment avoir la même signification. Aussi, tout en appelant l'attention des zoologistes sur la constance remarquable de ces appendices chez l'*Entoniscus Cavolinii*, je n'ose me prononcer d'une manière aussi affirmative sur leur véritable valeur morphologique.

Si nous passons à l'anatomie interne de l'*Entoniscus*, nous verrons qu'elle ne présente rien de particulièrement remarquable. Comparé au type Bopyrus, notre crustacé a seulement subi une réduction considérable de ses divers systèmes d'organes.

Le système tégumentaire, cuticule et couche matrice, est très-semblable à celui des autres Isopodes. Il est revêtu intérieurement d'une couche musculaire qui permet à l'animal des mouvements de contraction vermiformes assez lents.

Le système nerveux m'a paru réduit aux seuls ganglions cervicaux et ventraux antérieurs, mais mes recherches à cet égard sont trop incomplètes pour permettre de nier absolument l'existence de la chaîne ventrale, le mouvement des lames abdominales me porte même à supposer l'existence de cette chaine.

Le tube digestif commence par une bouche conformée pour sucer, et placée à la partie inférieure de deux replis en forme de ventouse ; la masse en forme de cerveau appelée *tête* par Fritz Müller, est creusée à son intérieur d'une cavité dont les parois sont tapissées de replis et villosités semblables à celles de l'estomac des Bopyres. Ces villosités ont déjà été signalées par Rathke, Cornalia et Panceri. C'est donc une véritable cavité gastrique, et l'ensemble de cette appareil serait mieux appelé *cephalogaster*.

L'appareil digestif se continue ensuite par un tube droit assez

court terminé en cul-de-sac, et à la partie antérieure duquel viennent déboucher les prétendus cæcums hépatiques.

J'ai vainement cherché après un intestin terminal comparable à celui que Buchholz a décrit chez l'*Hemioniscus* : je n'ai pu trouver rien de semblable. Nous avons donc ici une nouvelle confirmation de la loi générale, qui veut que plus un parasite est interne, plus le tube digestif est dégradé. Cette dégradation progessive, qui va en s'accroissant depuis le genre *Bopyrus* pour atteindre son maximum chez les *Entoniscus*, en passant par les genres *Hemioniscus* et *Cryptoniscus*, nous rappelle tout à fait ce qu'on observe chez les Diptères de la famille des Œstrides, où la dégradation s'accentue progressivement des types cuticoles aux types gastricoles en passant par les cavicoles.

Les cœcums hépatiques auxquels je conserve ce nom consacré, sans rien vouloir préjuger sur leur véritable rôle physiologique, sont certainement homologues des organes de même apparence que l'on rencontre chez tous les Isopodes (1).

Ces cœcums forment deux grands sacs latéraux qui occupent toute la partie thoracique et même une partie de l'abdomen de l'*Entoniscus*; leur cavité intérieure est très-spacieuse, comme on peut le voir sur la coupe dessinée figure 7. La paroi est couverte de légers replis glandulaires renfermant une substance brune dont l'aspect rappelle ce qu'on est convenu d'appeler foie chez les animaux invertébrés.

Kowalevsky a indiqué le premier (2) que les cœcums hépatiques en grappes de raisin, décrits par Rathke (3) chez le *Bopyrus* (Icones Zootomicæ de V. Carus. Tab. XI, fig. 1 h.), ne débouchent pas immédiatement dans le tube digestif, mais aboutissent tous à un canal commun qui va s'ouvrir lui-même dans l'estomac en un point unique, comme chez les autres Isopodes. Cette observation est parfaitement exacte, et j'ai pu la vérifier chez plusieurs

(1) Ces organes existent également chez les *Cryptoniscus*, où je les ai signalés; mais en me méprenant sur leurs véritables rapports. Il ne peut y avoir aucune connexion entre l'ovaire et ces énormes cœcums qui débouchent dans le tube digestif.

(2) *Kowalevsky* : Entwickelungsgeschichte der Rippenquallen. Einleitung, p. VII. *Mémoires de l'Académie de Pétersbourg*, 1866.

(3) *Rathke* : *De Bopyro et de Nereide.*

espèces de *Bopyrus* et de *Phryxus*. Toute la différence entre la glande hépatique des Bopyres et celle des *Entoniscus*, consiste donc en ce que chez les premiers cette glande devient ramifiée et acquiert une plus haute différenciation. C'est, si l'on veut, une différence analogue à celle qui existe entre le sac pulmonaire simple des Amphibiens et le poumon compliqué des Mammifères et des Oiseaux.

Le système circulatoire se compose d'abord d'un vaisseau dorsal médian, sur le trajet duquel se trouve placé le cœur, dont les battements sont bien visibles à travers le tégument transparent de l'animal. Il y a en outre du côté ventral des vaisseaux latéraux qui envoient des rameaux aux lames frangées de l'abdomen.

Ces lames frangées doivent être considérées comme de véritables branchies. Elles occupent d'ailleurs la position des lames branchiales des Isopodes normaux. Leur développement excessif chez les *Entoniscus* s'explique facilement de la manière suivante.

Nous avons dit que l'*Entoniscus* dans le corps de son hôte est complétement entouré d'une fine membrane. Cette membrane n'appartient pas au parasite, c'est la continuation de la membrane qui tapisse les viscères du crabe et les sépare de la cavité branchiale. Cette membrane est refoulée peu à peu par la croissance de l'*Entoniscus*, qui se trouve donc dans une sorte de poche formée par invagination. Il en résulte que l'*Entoniscus* est, ainsi que le fait remarquer justement Fritz Müller, un parasite externe, bien qu'il paraisse en rapport avec les viscères les plus internes de son hôte.

Que les Bopyriens aient besoin d'une eau bien aérée et sans cesse renouvelée, c'est ce qui résulte clairement de la position qu'ils prennent chez les divers animaux où on les trouve fixés. Les *Bopyrus* types se logent dans la cavité branchiale des macroures et des anomoures, où ils prennent à leur hôte un sang revivifié et où ils se trouvent eux-mêmes dans une eau sans cesse nouvelle. Aussi leur appareil respiratoire est-il en général peu développé. Les *Phryxus* se placent sur l'abdomen des Pagures

à l'endroit où sont réunis les œufs chez la femelle de ces animaux : c'est-à-dire au point où les mouvements de l'animal infesté permettent également un renouvellement facile de l'eau. Cependant, comme ce renouvellement est moins parfait que dans le cas précédent, les lames abdominales sont déjà beaucoup mieux développées que chez les Bopyres proprement dits.

Chez les *Entoniscus*, la position de l'animal dans une invagination profonde de la paroi interne de la cavité branchiale des crabes, rend la respiration beaucoup plus difficile. Aussi les lamelles respiratoires ont-elles acquis un développement beaucoup plus considérable, et leur surface ondulée et crispée les transforme en de véritables éponges sans cesse imprégnées de liquide. Leur mouvement de contraction permet d'ailleurs de chasser ce liquide, et d'en appeler de nouveau quand le besoin se fait sentir.

Chez l'*E. porcellanæ*, où les pattes abdominales ont gardé une forme ancestrale, ce sont les appendices du thorax qui se sont modifiés et transformés en lames ondulées.

Il est clair d'ailleurs que ces diverses particularités sont profitables non-seulement aux Bopyriens adultes, mais aussi à leurs embryons, qui, pour se développer dans les cavités incubatrices, ont besoin, comme les œufs de tous les autres crustacés, d'une eau parfaitement aérée. Il suffit de placer une femelle de Bopyre isolée de son hôte dans un verre rempli d'eau de mer, même très-pure et renouvelée plusieurs fois par jour, pour voir bientôt s'arrêter le développement des œufs renfermés sous les lames ventrales.

Nous avons donné plus haut la description de l'ovaire. Il nous suffira d'ajouter que l'on trouve près de l'ouverture de la poche ovigère ventrale deux glandes collétériques, dont les canaux sécréteurs s'ouvrent non loin des ouvertures de l'ovaire, près des petites éminences ventrales (fig. 7, pl. XLVI, et fig. 2). Ces glandes sécrètent sans doute la coque de l'œuf. Il en existe d'analogues chez l'*Hemioniscus*.

Malgré une recherche attentive, je n'ai pu rencontrer le mâle d'aucune des deux espèces d'*Entoniscus* que j'ai observées. Je l'ai

vainement cherché soit sur le corps de la femelle, soit sur le crabe parasité. L'idée que ces *Entoniscus* pourraient être hermaphrodites ne présente évidemment *a priori* aucune absurdité. On connaît, en effet, des types hermaphrodites dans certains groupes zoologiques composés en majeure partie de formes à sexes séparés. D'une façon très-générale, le parasitisme, ou même la fixation, qui n'est qu'un premier degré de parasitisme, entraîne assez fréquemment le développement des deux sexes chez un même individu (Cirripèdes (1), Ascidies, Acéphales).

Kowalevsky a dès 1866 (*Rippenquallen*, voir la note 2, p. 689) observé les testicules et les spermatozoïdes mobiles d'un beau *Peltogaster* parasite de *Callianassa subterranea*, et décrit depuis par Kossmann sous le nom de *Parthenopea*. Il dit, dans le même travail, avoir rencontré l'hermaphrodisme chez plusieurs autres espèces de *Peltogaster* et *Sacculina*.

Kossmann, dans un mémoire sur les *Suctoria*, a également figuré en 1872 les spermatozoïdes de plusieurs espèces, mais il n'a pas vu la forme mobile de ces éléments. Le travail de Kossmann fut publié d'abord dans un recueil peu répandu (*Verhandlungen der Physiol. medicin. Gesellschaft in Würzburg*, III Bd. 4 Heft., p. 296, pl. XVI à XVIII). Sans connaître ces recherches antérieures, je m'occupai moi-même de la même question en 1873, et j'ai donné alors dans les Comptes rendus de l'Académie des sciences la description du testicule et des spermatozoïdes parfaitement mûrs chez *Sacculina carcini* et chez deux espèces de *Peltogaster*.

Mais, dans le cas actuel, cette hypothèse de l'hermaphroditisme perd une grande partie de sa vraisemblance, si l'on réfléchit que Fritz Müller a décrit le mâle de toutes les espèces d'*En*-

(1) L'hermaphroditisme des Cirripèdes parasites du groupe des Suctoria ou Rhizocéphales a été longtemps révoqué en doute, à cause des nombreuses erreurs qui ont été publiées sur cette question. Il n'y a pas bien longtemps que Hesse décrivait encore comme le mâle du *Peltogaster* un crustacé Isopode Bopyrien ! De semblables fantaisies ne mériteraient pas d'être relevées si, par l'appui qu'elles ont trouvé chez certains savants de Paris, elles n'avaient acquis une certaine importance, même à l'étranger. Ce n'est pas sans étonnement qu'on voit en 1878 un homme de la valeur de Spence Bate demander encore : « Que savons-nous du mâle des Suctoria ? » (*Annals and Magazine*, juin 1878.)

toniscus qu'il a rencontrées. Il est bien peu probable que, dans un même genre, des espèces aussi voisines présentent une dissemblance physiologique et morphologique de pareille importance, et je préfère admettre que ma maladresse ou mon peu de chance m'ont empêché de rencontrer le mâle des *E. Cavolinii* et *Moniezii*. Il va sans dire que j'ai inutilement cherché une glande testiculaire et que je n'ai rien observé qui ressemblât aux spermatozoïdes des Bopyriens.

Les plus jeunes femelles d'*Entoniscus Cavolinii* que j'ai pu observer, se trouvaient au même stade de développement que le jeune *Entoniscus Moniezii* figuré (Pl. XLVI, figures 3 et 4). La forme générale était identique : on voyait de même les rudiments des membres thoraciques, le commencement de la formation du sac ovigère ventral et les deux replis latéraux ventraux de la future poche dorsale. Mais il n'y avait encore aucune trace des prolongements ovariens.

Comme différence de valeur spécifique entre l'*E. Cavolinii* et l'*E. Moniezii*, à cette période de l'évolution, j'indiquerai seulement le développement beaucoup plus grand de la première paire de lames abdominales chez l'*E. Moniezii*. Dans l'*Entoniscus Cavolinii*, les quatre premières paires de lames ont alors à peu près le même développement, et c'est seulement plus tard que la première paire s'accroît plus que les autres.

III. — Embryogénie.

Les détails anatomiques que nous venons de donner, présentent un grand nombre de lacunes qu'excuseront, je l'espère, tous les zoologistes qui se sont occupés de l'étude des parasites. La rareté des matériaux et l'obscurité du sujet sont deux terribles obstacles dont il est bien difficile de triompher.

Ce que nous allons dire de l'embryogénie de ces animaux est encore plus incomplet, et malheureusement il faudra de longues années sans doute pour arriver sur ce sujet à des notions satisfaisantes. Malgré la quantité innombrable d'œufs que renferme la femelle d'*Entoniscus*, on peut dire que l'on se trouve

dans une véritable pauvreté, puisque tous ces œufs sont au même degré de développement, et qu'il est impossible de leur faire continuer leur évolution au dehors de l'organisme maternel.

Je ne puis presque rien dire de l'embryon avant la sortie de l'œuf. La segmentation paraît holoblastique : l'embryon est courbé sur le dos comme celui de tous les Bopyriens. Les six premières paires de pattes thoraciques paraissent d'abord toutes semblables entre elles : le septième anneau est dépourvu d'appendices.

Les cinq paires de pattes abdominales, qui pour moi correspondent aux pattes natatoires de la forme *Cypris* des Cirripèdes ou aux Cirres du *Lepas* adulte, apparaissent les premières toutes ensemble.

Sur chaque côté de l'embryon au stade qui précède celui représenté figure 9, on voit une ligne de corps réfringents.

J'ai vu de semblables lignes chez les embryons de plusieurs genres de Bopyriens. Chez l'*Entoniscus*, on voit plus tard à la même place (fig. 9) deux lignes de cellules à pigment. Le pigment des *Entoniscus* ne m'a jamais présenté l'odeur caractéristique de celui des *Cryptoniscus*, odeur signalée justement par le Dr P. Fraisse.

L'embryon, au moment où il sort de l'œuf (fig. 10) est long d'environ $0^{mm},03$. Il présente deux paires d'antennes : les intérieures, courtes, sont terminées par deux brosses de soies ; les extérieures, bien plus grandes, sont formées de six articles, dont le troisième porte deux soies beaucoup plus longues que les autres. Le front est presque droit, comme chez l'embryon de l'*Entoniscus porcellanæ*. Outre les yeux latéraux, qui sont doubles, et correspondent aux yeux définitifs des Isopodes ordinaires, il possède un œil médian présentant tout à fait la structure de l'œil Nauplien des Copepodes, etc. On y trouve en effet deux cristallins (figures 11 et 12), deux nerfs optiques et une forte tache pigmentaire noire, dont la forme en enclume rappelle tout à fait celle de l'œil du *Nauplius* des Cirripèdes ou des Copepodes libres.

Fritz Müller indique sur le milieu du front de l'embryon de l'*E. porcellanæ* une tache transparente qui n'est sans doute que le rudiment d'un semblable œil Nauplien.

Le Dr Fraisse a aussi observé quelque chose d'analogue chez une espèce de *Cryptoniscus*, le *C. monophthalmus* Fr. Le mâle de cette espèce possède, au lieu des yeux latéraux des autres types du même genre, un seul œil médian (1).

La présence d'un œil de Nauplius bien nettement constitué chez l'embryon de l'*E. Cavolinii*, me parait avoir une certaine importance comme trace de la phase *Nauplius* dans l'embryogénie des Isopodes. Jusqu'à présent, en effet, on n'avait aucun argument de fait à faire valoir pour rattacher les Isopodes à la forme originelle commune de tous les crustacés. L'opinion de Fritz Müller, qui considère la membrane embryonnaire des *Ligia* ou des *Oniscus* comme représentant la cuticule nauplienne, me paraît dénuée de fondement. Dans tous les groupes où il existe des membranes embryonnaires, ces membranes se surajoutent chez certaines formes comme organes protecteurs de l'embryon typique sans en modifier les caractères essentiels. Ce sont en général des replis exodermiques jouant le rôle d'amnios. C'est ce qui a lieu par exemple chez les insectes, où ces membranes peuvent se constituer de diverses façons, et n'ont pas de signification morphologique réelle au point de vue de l'embryogénie comparée. Ces membranes sont déterminées le plus souvent par des raisons physiologiques, et peuvent disparaître ou se conserver chez des types très-voisins.

La présence de l'œil si caractéristique du Nauplius me paraît au contraire une marque de haute valeur pour la phylogénie des Arthrostracés.

Chacune des cinq premières paires de pattes thoraciques se termine par une main préhensile (fig. 8) dont l'avant-dernier

(1) La larve *Cypris* d'un Cirripède indéterminé, pêchée en septembre, au filet fin, à Wimereux, m'a aussi présenté trois yeux : l'œil médian du *Nauplius* et les deux yeux latéraux ordinaires du *Pupa-stage*. Une tache pigmentaire mediane existe aussi, outre les yeux latéraux, chez un crustacé Branchiopode, l'*Holopedium gibberum* Zaddach.

article est ovalaire, et porte deux denticules sur le côté qui fait face à la griffe opposable.

La sixième paire de pattes thoraciques, si hautement caractéristique pour la distinction des espèces de genre *Entoniscus*, ne ressemble en rien à la même pièce chez les types décrits jusqu'à présent. Elle est composée de cinq articles : celui qui correspond à la main des autres paires et plus allongé (fig. 6., *a*), et se termine à son bord interne par une petite dent courbe fixe ; son bord externe se prolonge en un bâtonnet droit aussi long que l'article qui le supporte, et garni à son extrémité d'un bouquet de poils roides.

Nous trouvons donc ici une remarquable confirmation de la loi mise en évidence par Darwin et Fritz Muller : Quand, chez un groupe d'animaux, un organe présente un développement exceptionnel cet organe est en même temps soumis, chez les diverses espèces du groupe, à une grande variabilité.

Il est probable que cette sixième paire de pattes sert à l'embryon à se frayer un chemin à l'intérieur du crabe dans lequel il doit subir sa métamorphose rétrogade. Les variations qu'elle présente chez les diverses espèces d'*Entoniscus* sont par suite en rapport avec la conformation particulière de la cavité branchiale de l'animal infesté.

Les cinq paires de pattes abdominales sont toutes conformées de la même façon : l'article basilaire porte une ou deux soies ; l'article sétigere terminal présente un bord coupé droit (fig. 10 *a*) qui présente deux soies ; une troisième est insérée à l'extrémité aiguë.

Les seuls organes internes visibles chez l'embryon sont : les cœcums hépatiques et le cœur, qu'on voit battre activement à la partie dorsale du premier anneau de l'abdomen.

Je résume dans le tableau suivant la caractéristique de l'embryon d'*E. Cavolinii*, comparée à celles des espèces décrites par Müller.

E. PORCELLANÆ.	E. CANCRORUM.	E. CAVOLINII.
Longueur à l'éclosion, 0,2mm.	Longueur à l'éclosion, 0,3mm.	Largeur à l'éclosion, 0,3mm.
Bord frontal presque droit.	Bord frontal arqué.	Bord frontal presque droit.
Tache transparente impaire sur le bord frontal.	Cette tache n'existe pas.	Un œil Nauplien médian sur le bord frontal.
Bord interne de la main des cinq premières paires de pattes lisse.	Bord interne de cette main garnie de denticules.	Bord interne de cette main garnie de deux dents.
Sixième paire de pattes courte triarticulaire : article terminal elliptique sans crochet.	Sixième paire de pattes à cinq articles, avec une main garnie d'un crochet.	Sixième paire de pattes à cinq articles avec une main garnie d'un crochet et d'un bâtonnet.
Le dernier anneau du thorax manque (?).	Dernier anneau du thorax présent.	Dernier anneau du thorax présent.
La cinquième paire de pattes abdominales est encore peu développée, dépourvue de soies.	La cinquième paire de pattes abdominales existe, semblable aux précédentes.	La cinquième paire de pattes abdominales, semblable aux précédentes.
Article basilaire des pattes abdominales pourvu d'une soie.	Article basilaire des pattes abdominales avec deux soies.	Article basilaire des pattes abdominales avec une soie (?).
Article terminal des pattes abdominales en forme de lancette.	Article sétigère coupé droit.	Article sétigère coupé droit.

Les larves de l'*Entoniscus* peuvent vivre plusieurs jours dans l'eau de mer ; j'en ai gardé vivantes que j'avais rapportées du Pouliguen à Paris et de Paris à Lille. Au bout de dix jours, elles sont mortes sans présenter aucune modification. Ces embryons nagent dans la position décrite par F. Müller, c'est-à-dire le corps recourbé vers la face ventrale, la sixième paire de pattes thoraciques faisant saillie de chaque côté.

J'incline à penser cependant que pour ces animaux, comme pour les autres Bopyriens, l'accouplement a lieu avant le commencement de la vie parasitaire. Chez la plupart des Isopodes, le mâle est plus petit que la femelle, et quelquefois la différence de taille entre les deux sexes est très-grande. Plusieurs espèces d'Idotées sont remarquables à cet égard. Il m'est arrivé souvent de prendre ces animaux au filet fin, et presque toujours on les rencontre par couples : le mâle, trois ou quatre fois plus petit que la femelle, est placé entre les pattes de cette dernière, à la face abdominale, absolument dans la même position que le

mâle des Bopyres. Il en est de même chez divers Cymothoadiens; et chez certaines espèces de ce groupe il faut, comme chez les Bopyriens, que l'accouplement précède le parasitisme. C'est ce qui a lieu notamment chez une curieuse espèce de Java décrite par Herklots (1).

Dans le cours de ce travail, j'ai fait plusieurs fois allusion à une seconde espèce nouvelle d'*Entoniscus* que j'ai également rencontré au Pouliguen, et que j'ai nommée *E. Moniezii*, la dédiant à R. Moniez, préparateur de zoologie à la Faculté des sciences de Lille, qui m'accompagnait dans mon voyage sur les côtes de la Loire-Inférieure.

Cette espèce paraît très-rare, puisque je n'en ai vu que deux individus, une femelle adulte est une autre à un stade moins développé (fig. 3 et 4), trouvées toutes les deux dans un même exemplaire de *Portunus puber*; le crabe avait été recueilli à l'île Leven, en face de la pointe de Pen-Château et de la grande côte de Pouliguen. J'ai vainement examiné pour le retrouver plusieurs centaines de *Portunus* pêchés à la côte.

J'ai déjà indiqué plus haut quelques différences entre cette espèce et celle de Cavolini au stade représenté (fig. 3 et 4).

L'individu adulte ne renfermait malheureusement que des embryons peu développés, et je n'ai pu comparer ces embryons à ceux de l'espèce du *Grapsus*; les caractères différentiels m'ont été fournis par la couleur de l'ovaire et des sacs ovigères, particularités dont Fritz Müller a dû faire usage pour distinguer les divers *Entoniscus* parasites des Porcellanes. Chez l'*E. Moniezii*, le sac ovigère est d'un jaune-nankin, au lieu de présenter le jaune grisâtre de l'*E Cavolinii* au même degré d'évolution des œufs. La glande ovarienne est d'un jaune tirant sur le rose. Elle est d'un jaune-paille chez le parasite du *Grapsus*.

(1) J.-A. Herklots. Deux nouveaux genres de crustacés vivant en parasites des poissons : Epicthys et Icthyoxenos. *Archives néerlandaises des sciences exactes et naturelles*, t. V, 1870, p. 120 (*Icthyoxenos Jellinghausii*).

LISTE DES PUBLICATIONS

OU IL EST FAIT MENTION DU GENRE ENTONISCUS

1. Cavolini (Ph.). — Memoria sulla generazione dei pesci e dei granchi. Napoli, 1787. Traduit en allemand par Zimmermann en 1792.

2. Fraisse (P.). — Die Gattung Cryptoniscus. *Arbeiten aus dem zoologisch-zootomischen Institut in Würzburg* ; IV Bd. 3. Heft., 1878. Aussi tiré à part.

3. Giard (Alfred). — Sur les Isopodes parasites du genre Entoniscus. Comptes rendus de l'Académie des sciences, 12 août 1878.

4. Lilljeborg. — Les genres *Liriope* et *Peltogaster* (Rathke), in *Nov. Act. reg. soc scient. Upsal.* Ser. 3 vol., III et supplém., 1862. — Reproduit presque intégralement dans *Annales des sciences naturelles*, 1864, II, p. 289, pl. 40.

5. Müller (Fritz). — *Entoniscus porcellanæ,* eine neue Schmarotzerassel. *Archiv, für Naturg.* Jahrg., XXVIII, S. 10, Taf. II, 1862.

6. Id. — Für Darwin. Leipzig, 1864.

7. Id. — Bruchtücke zur Naturgeschichte der Bopyriden. *Ienaische Zeitschrift für Naturwissenschaft,* VI, Band. S. 53, Taf. III et IV, 1871.

8. Steenstrup. — Bemaerkninger om Slaegterne *Pachybdella* Dies og *Peltogaster* Rathke. (*Oversigt over der Kongl. Danske Widenskabernes.* Selskabs Forhandlinger 1853, n° 3 og 4, p. 145-148 et 155-158. — Traduit par Creplin sous le titre : Bemerkungen über die Gattungen *Pachybdella* Dies und Peltogaster Rathke, u. s. w. *Archiv. für Naturgeschichte,* XXI Jahrg. I Bd., p. 15-30 et 62-63.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XLVI.

Fig. 1. — *Entoniscus Cavolinii.* Adulte (grandeur naturelle). V, côté ventral; D, côté dorsal; *t*, tête recourbée vers le ventre; *o*, extrémité postérieure, également recourbée du côté ventral; α, β, γ, sac ovigère à travers lequel on distingue les protubérances dorsales; λλ', protubérances latérales antérieures ; ττ', protubérances latérales postérieures ; *k*, sac ovigère ventral.

Fig. 2. — Le même, débarrassé des poches ovigères pour montrer la forme du corps. Les lettres ont la même signification que dans la figure 1 : *c*, cœur; *pqr*, proéminences, traces de membres thoraciques (?)

Fig. 3. — Jeune *Entoniscus Moniezii* fort grossi, vu de côté. *o*, bouche; *l*, lames buccales ovigères; *h*, cœcum hépatique; 1, 1', les deux premières lames frangées abdominales ; 2, 3, 4, 5, dernières paires de lames frangées; *r*, rudiments des membres thoraciques.

Fig. 4. — Embryon au même stade, vu du côté ventral.

Fig. 5. — Tête (*Cephalogaster*) et bouche de l'*E. Cavolinii*, avec ses ventouses.

Fig. 6. — Article terminal de la sixième paire de pattes thoraciques de l'embryon : *a*, de l'*E. Cavolinii; b*, de l'*E. cancrorum; c*, de l'*E. porcellanæ*, d'après F. Müller pour les deux dernières espèces.

Fig. 7. — Coupe de l'*E. Cavolini* vers le tiers antérieur : *vd*, vaisseau dorsal; *hh*, cœcums hépatiques; *gl*, glandes collétériques débouchant à l'entrée du sac ovigère ventral.

Fig. 8. — Article terminal d'une des cinq premières paires de pattes thoraciques de l'embryon d'*E. Cavolinii*.

Fig. 9. — Embryon d'*E. Cavolinii* encore dans l'œuf : *A*, septième anneau thoracique encore dépourvu d'appendices ; *p*, ligne de cellules à pigment.

Fig. 10. — Embryon récemment éclos : *c*, cœur; *a*, article terminal d'une patte abdominale.

Fig. 11. — Tête de l'embryon montrant les antennes et les yeux : *N*, œil Nauplien; *ooo'o'*, les yeux ordinaires.

Fig. 12. — Œil Nauplien fortement grossi : *l*, cristallin (double lentille) ; *n*, nerf optique; *p*, tache pigmentaire.

N. B. — *Toutes les figures, sauf* 3 *et* 4, *sont relatives à l'***Entoniscus Cavolinii**.

LA

FÉCONDATION DANS LA SERIE ANIMALE

D'APRÈS LES PUBLICATIONS LES PLUS RÉCENTES.

REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

PAR

Raphaël BLANCHARD.

(*Suite.* — Voy. ci-dessus, p. 551.)

Après la fécondation, ces cellules de vitellus nutritif perdent leur membrane et leur noyau, et se fondent en une masse commune qui emplit toute la capacité de l'œuf, et qui consiste en un liquide visqueux et transparent, tenant en suspension des granulations vitellines et de la graisse. La cellule germinative (dont le noyau est l'analogue de la vésicule germinative des œufs des autres animaux) pénètre alors dans le vitellus, en même temps qu'elle se contracte et diminue de volume. Parvenue à une certaine distance du pôle, elle se divise en deux cellules de taille inégale. Sa division est précédée de celle du nucléole et du noyau, qui, du reste, sont difficilement observables. La plus grosse des deux cellules filles s'allonge alors et se divise; la plus petite ne tarde pas à se diviser à son tour, en sorte qu'on a quatre cellules embryonnaires. Pendant que ce processus se continue, le vitellus change d'aspect et se fendille en petites masses irrégulières, phénomène bien différent de la segmentation, et diminue de volume, parce que les blastomères, pour arriver à constituer le blastoderme, ont besoin de se nourrir à ses dépens.

Chez le Polystoma integerrimum, van Beneden a vu des faits tout semblables. Mais Zeller (32), qui a porté aussi son attention sur cette même espèce, est arrivé à des résultats très-différents.

Pour Zeller, l'œuf pondu est une masse globuleuse pénétrée régulièrement de granulations, et présentant en un point un peu excentrique une vésicule germinative munie d'une tache germinative. Peu après la ponte, le vitellus se condense en son centre sous forme de sphère qui, s'appliquant contre le paroi de la vésicule germinative, tend à la déprimer, tout en refoulant la vésicule elle-même vers la périphérie. On voit bientôt sortir de la tache germinative une ou plusieurs gouttelettes claires comme de l'eau, puis vésicule et tache germinatives deviennent moins nettes et disparaissent, laissant à leur place une masse claire, homogène, qui ne tarde pas à disparaître aussi. L'œuf a perdu alors sa forme sphérique pour devenir oblong.

Bientôt après se montre au centre de l'œuf un corpuscule arrondi, plus

petit et plus réfringent que ne l'était la vésicule germinative. Il provient de la fusion de deux gros corpuscules qui, nés à la périphérie et à une certaine distance l'un de l'autre, ont marché l'un vers l'autre, tout en se rapprochant du centre, et se sont réunis en un seul. Ce corpuscule disparaît au bout de quelque temps, et on voit alors se former à la périphérie, suivant le grand axe de l'œuf, deux petits amas de noyaux vésiculeux et nucléolés qui grossissent rapidement et deviennent très-nombreux. L'œuf est alors redevenu sphérique.

Puis ces amas de noyaux se dissolvent, et de leur dissolution provient une masse brillante tout à fait homogène, qui s'accumule à la périphérie de l'œuf, aux deux extrémités de l'axe qui était le plus petit au moment de la formation des amas de noyaux. Cet axe devient maintenant le plus grand, l'œuf devient ovoïde. Mais bientôt sa petite extrémité continue seule à s'allonger, s'étrangle et se sépare. L'œuf est alors divisé en deux cellules de taille très-inégale, la seconde étant de beaucoup la plus petite. Tant que leur isolement n'avait point été complet, ces deux cellules ne présentaient point de noyau. Dès que la séparation s'est accomplie, on voit, au contraire s'y, former par genèse des amas de noyaux nucléolés semblables à ceux de l'œuf-cellule.

Zeller n'a pas observé la segmentation au delà du stade 3. La sphère de segmentation qui représente ce stade naît de la cellule mère, de la même manière que la cellule représentant le stade 2, et a tous les caractères de cette cellule.

Némertiens. — L'œuf des Némertiens arrivé à maturité est une cellule sphérique, ainsi que Selenka (34) l'a reconnu chez le Phascolosoma elongatum. Cette cellule présente à sa périphérie une enveloppe traversée par des canaux poreux, et une zone plus extérieure qui servirait à engluer et à résorber les spermatozoïdes. Sans cela, la fécondation ne saurait se produire, car les têtes des spermatozoïdes sont trop grosses pour pouvoir s'engager dans les pores étroits de la membrane vitelline. La fécondation achevée, la vésicule germinative disparaît, puis le vitellus se condense, un liquide s'épanche entre lui et son enveloppe, le globule polaire est excrété, et la segmentation commence. Elle suit une marche irrégulière, contrairement à l'avis de Metschnikoff (33); elle débute par la production de deux blastomères inégaux, dont le plus gros se divise à son tour pour fournir le stade 3.

2° *Némathelminthes.*

Ce sont sans contredit les recherches d'O. Bütschli et d'Auerbach qui ont jeté jusqu'ici le plus grand jour sur les premières phases du développement de l'œuf des Némathelminthes. Nous n'avons malheureusement pas pu nous procurer l'important ouvrage de ce dernier auteur, en sorte que nous n'en pouvons donner qu'un compte rendu incomplet, grâce aux citations qu'en ont faites les divers observateurs, et spécialement O. Hertwig (51).

Chez le Rhabditis dolichura, suivant Bütschli (35, 9), l'œuf ovarien mûr présente autour de sa vésicule germinative un grand nombre de vésicules claires, qu'on ne retrouve déjà plus quand l'œuf est parvenu dans l'utérus. Les contractions amiboïdes du vitellus ont sans doute présidé à leur expulsion,

et elles ont alors constitué ce liquide clair qui se trouve entre le vitellus et son enveloppe. On voit bientôt après la vésicule germinative quitter sa position centrale et se rapprocher de la surface en suivant une direction équatoriale ; puis elle disparaît, et une masse protoplasmique dépourvue de granulations se montre à la surface du vitellus, à l'endroit qu'elle occupait. C'est aussi la place où d'ordinaire se forme le globule polaire ; mais plus tard il est transporté au pôle de l'œuf qui regarde le vagin, sans doute par suite des mouvements amiboïdes du vitellus.

Au bout de quelque temps, la masse protoplasmique claire disparaît, et le vitellus redevient régulièrement granuleux, puis à ce stade succède celui de la régénération du noyau. On voit d'abord apparaître au pôle vaginal et à la surface du vitellus une petite vésicule claire, et bientôt après une seconde vésicule semblable se montre à peu de distance de la première, ou plus généralement dans l'équateur de l'œuf, là où la vésicule germinative a disparu. Ces vésicules grossissent rapidement et renferment bientôt un noyau sombre. Elles quittent alors la périphérie, sous l'influence des contractions du vitellus qui tendent à les rapprocher du centre. Quand elles s'y sont rencontrées, elles se fusionnent en une seule, et dès lors le vitellus suspend ses contractions, et ses granulations prennent autour de la vésicule unique centrale une disposition rayonnée. Mais le vitellus, pour avoir cessé ses grandes contractions amiboïdes et régularisé ses contours, n'a pourtant point mis fin à tout mouvement : on y perçoit encore le long de la périphérie des courants qui se continueront même pendant la première segmentation, et seront alors dirigés vers le sillon de segmentation.

Bientôt le noyau (noyau de la première sphère de segmentation) commence à s'allonger suivant l'axe de l'œuf ; il prend la forme d'un citron, et ses bords deviennent moins nets. Puis, à chacun de ses pôles, se montre un épaississement en forme de bouton qui grossit de plus en plus, et autour duquel convergent les granulations vitellines. Bütschli rapporte au noyau ces deux boutons et en fait des centres d'attraction : ils grossissent, s'écartent l'un de l'autre, en même temps que la partie qui les réunit se rétrécit davantage et finit par ne plus représenter qu'un mince filament d'union. C'est alors que débute la segmentation : à la surface du vitellus se creuse un sillon annulaire, perpendiculaire au pédicule, et qui aboutit à la division du vitellus en deux moitiés semblables. Le filament d'union est, par là même, coupé en deux : chacune de ses moitiés se rétracte alors lentement vers le noyau, contre lequel elle vient former un épaississement en forme de bouton. Ce remarquable processus terminé, les granulations du vitellus perdent leur disposition rayonnante, le noyau redevient plus net, le vitellus offre de nouveau des contractions. Pour les segmentations ultérieures, tout se passe comme à partir du moment où le noyau de la première sphère de segmentation commence à s'allonger.

C'est après ces premiers travaux de Bütschli que parut le livre d'Auerbach (36). Les recherches de cet observateur ont plus spécialement porté sur l'Ascaris nigrovenosa et le Strongylus auricularis. En ce qui concerne la formation du premier noyau de segmentation après la disparition de la vésicule germinative, il a vu, comme Bütschli, dans la masse vitelline et tout près

de la surface, apparaître presque simultanément aux deux pôles de l'œuf deux espaces clairs qui, grossissant lentement, ne tardent pas néanmoins à devenir chacun une grosse tache claire, sans membrane et à contour circulaire. Ces deux noyaux vésiculeux sont mis alors en mouvement par les contractions du vitellus. Ils se déplacent lentement, mais avec une vitesse croissante, et se dirigent vers le centre de l'œuf, où ils se rencontrent et se juxtaposent. Une fois juxtaposés, ils s'aplatissent l'un contre l'autre, comme deux hémisphères dont la ligne de séparation serait d'abord perpendiculaire au grand axe de l'œuf; mais bientôt les deux noyaux subiraient ensemble une rotation de 90°, en tournant jusqu'à ce que leur ligne de séparation coïncidât avec l'axe de l'œuf. Cette rotation serait constante, et il faudrait la considérer comme un phénomène d'une haute importance pour la suite du développement : sans elle, le mélange de la substance liquide des deux noyaux, pour former le noyau de la première sphère de segmentation, ne saurait avoir lieu.

Auerbach conclut de ce fait « que, pour la reproduction de tous les êtres organisés, il faut qu'il y aît copulation de deux individus ou au moins de deux cellules, et que dans ce cas cette circonstance se trouve réalisée par la multiplication des noyaux de l'œuf. » Comme il doit y avoir des différences matérielles entre les deux noyaux, puisque l'un d'eux provient de la moitié antérieure de l'œuf, dans laquelle ont pénétré les spermatozoïdes, et que l'autre provient de la moitié postérieure, le résultat de leur fusion est précisément de faire disparaître ces différences.

Lorsque la fusion des deux noyaux s'est produite, le noyau unique qui a ainsi pris naissance s'allonge bientôt en forme de fuseau et, par suite de son allongement progressif, se change en une bande étroite à bords parallèles et terminée en pointe à ses extrémités. Puis ce noyau diminue rapidement de volume, au point de ne plus paraître que comme une étroite fente dans le protoplasma, et finalement il disparaît tout à fait. Pendant que le noyau s'allonge, on voit à peu de distance autour de sa partie centrale, mais à une distance beaucoup plus grande autour de ses extrémités, le protoplasma perdre ses granulations vitellines. « La conséquence de ce phénomène est la formation d'une bande de protoplasme non granuleux aux deux côtés de la cavité nucléaire, lorsque celle-ci a pris la forme d'une fente allongée et étroite. Cette double bande protoplasmique s'élargit à chacune des deux extrémités de l'œuf en une zone plus large, arrondie, mais d'aspect tout semblable, et qui de son côté envoie dans le vitellus assombri par les granulations un nombre considérable de prolongements clairs et rayonnés. Ainsi se sont formés dans chacun des deux tiers terminaux de la masse vitelline deux soleils (Sonnen), pâles, réunis entre eux par un long bâtonnet dans lequel on peut voir quelque temps encore la fente nucléaire. » La figure qui a ainsi pris naissance dans l'œuf, considérée dans son ensemble, rappelle exactement par sa forme ces instruments de gymnastique connus sous le nom d'haltères. Aussi, en raison de cette analogie, Auerbach l'a-t-il appelée *figure en forme d'haltère* (hantelförmige Figur), de même qu'il a désigné par le nom de *stade de l'haltère* (Hantelstadium) la période à laquelle on rencontre dans l'œuf une semblable formation.

Bütschli (35) avait déjà vu un aspect semblable chez le Rhabditis; mais

il avait considéré à tort, ainsi qu'Auerbach le fait remarquer, l'amas de protoplasme homogène qui entoure le noyau comme étant le noyau lui-même.

Quand le stade de l'haltère est constitué, la segmentation commence : elle débute par la formation d'un sillon superficiel. Lorsque celui-ci est encore peu profond, on voit apparaître dans le manche de l'haltère, en deux points voisins du plan de segmentation, une vacuole qui grossit peu à peu en s'arrondissant et en se rapprochant de la tête correspondante de l'haltère. Peu après que la segmentation est achevée, cette vacuole parvient au centre de la tête de l'haltère.

La segmentation a partagé le vitellus en deux sphères et l'haltère en deux *marteaux* (Hammer), autour de la tête desquels les granulations vitellines rayonnent encore. Cet état n'est que transitoire : le manche de chaque marteau disparaît, puis la tête disparaît à son tour, et alors les granulations vitellines perdent leur disposition rayonnante, et se répartissent régulièrement dans les deux sphères de segmentation.

Auerbach appelle *karyolytique* la double figure rayonnante ou soleil qui s'observe aux extrémités du noyau allongé et transformé en une simple fissure. Il la fait provenir « de ce que, pendant l'allongement de la cavité nucléaire, le suc qui remplit celle-ci s'insinue peu à peu entre les molécules du protoplasma voisin et en chasse les granulations. Le suc nucléaire s'échappe de la pointe du noyau fusiforme comme l'électricité s'échappe d'un conducteur terminé en pointe. Les rayons qui entourent les extrémités du noyau sont l'expression de lacunes creusées dans le protoplasma, et dans lesquelles pénètrent de fins courants de suc nucléaire, en jetant de côté ou en chassant devant soi les globules vitellins. »

Quand l'haltère est constituée, toute trace de noyau a disparu dans l'œuf ; mais, après la segmentation, on voit apparaître un noyau dans chacun des deux blastomères, en même temps que le soleil et le marteau disparaissent. Comment se forme ce noyau fille ? Auerbach pense qu'il naît par voie *palingénétique* et qu'il faut attribuer sa production à ce que le suc nucléaire se retire des interstices moléculaires du protoplasma, et se condense en une gouttelette qui est précisément le noyau dont il est question.

Chez le Tylenchus imperfectus, Nématode qu'il a découvert dans des champignons pourris, Bütschli (9) a observé des phénomènes très-différents de ceux dont il avait été témoin chez le Rhabditis. Quand la vésicule germinative s'approche suivant l'équateur de la surface du vitellus, on voit celle-ci se déprimer un peu, comme pour aller au-devant d'elle. Lorsque enfin la vésicule germinative a atteint en ce point la surface, elle expulse de son intérieur un corpuscule sombre qui vient se placer dans la dépression du vitellus ; puis, au bout de quelque temps, elle abandonne la périphérie, s'enfonce de nouveau dans le vitellus et devient très-confuse. Un peu plus tard, le premier noyau de segmentation se montre au centre du vitellus, et il ne contient point de nucléole. Ce noyau ne proviendrait point ici de la fusion de deux noyaux nés séparément, comme chez le Rhabditis dolichura et comme chez l'Ascaris nigrovenosa, d'après les observations d'Auerbach.

Le Cucullanus elegans a encore présenté à Bütschli des particularités qui méritent d'être signalées. Cet auteur (38) n'a point été témoin de la fécondation chez cette espèce, mais il a pu reconnaître sur des œufs fécondés le spermatozoïde implanté à la surface du vitellus, sous forme d'un amas de granules sombres entourés d'une zone claire. Le spermatozoïde ne se mêle donc point tout d'abord au vitellus, mais reste quelque temps bien apparent à sa surface, et pendant ce temps-là d'importants phénomènes du développement peuvent se produire.

Il se forme dans la première sphère de segmentation jusqu'à cinq noyaux ; ils naissent en des points très-distants les uns des autres, et ils ne se réunissent que peu à peu et successivement en un seul. De même, les blastomères de deuxième ou de troisième génération possèdent aussi chacun trois ou quatre noyaux qui se fusionnent en un seul. Mais on ne trouve jamais de soleils autour de ces noyaux, car la masse de l'œuf est tout entière homogène et sans granulations.

Le noyau sphérique et homogène que l'on observe dans l'œuf-cellule commence à s'allonger peu après sa production et avant le début de la segmentation. Il devient fusiforme, et en même temps son contenu se modifie. Il est alors constitué par des fibres longitudinales dont chacune contient, dans le plan équatorial de l'œuf, un granule réfringent. Les contours deviennent moins nets et son volume diminue, une partie de son suc venant à se perdre. Puis, la zone granuleuse équatoriale se sépare en deux zones semblables qui s'écartent l'une de l'autre jusqu'à ce qu'elles aient atteint les extrémités du fuseau nucléaire.

Quand commence l'étranglement de la cellule, le noyau s'allonge encore davantage, perd sa forme en fuseau et semble rubané. Les granules sombres provenant de la zone équatoriale forment ses extrémités et, la segmentation achevée, occupent le centre des cellules qui viennent de prendre naissance. Alors commencent à se former les noyaux des cellules filles. Tout d'abord apparait autour de la masse granuleuse centrale un petit espace plein d'un liquide clair. Cet espace grandit de plus en plus, tandis qu'au contraire le cordon fibreux, qui réunissait les deux extrémités du noyau et qui a été coupé en deux par la segmentation, tend de plus en plus à disparaître, de la périphérie vers le centre. L'espace clair formera le noyau de la sphère de segmentation; il enveloppe les granules sombres centraux, qui seront les nucléoles.

Chez l'Anguillula rigida, Bütschli a été assez heureux pour observer la fécondation. Quand l'œuf, après s'être détaché de l'ovaire, arrive dans la vésicule spermatique, le premier spermatozoïde qui le touche lui reste adhérent, et l'œuf, en continuant sa descente vers l'utérus, entraîne avec lui le spermatozoïde, qui pendant ce temps-là se fusionne peu à peu avec la surface du vitellus. Bientôt le lieu de cette fusion n'est plus marqué que par la plus grande réfringence des granulations sombres du spermatozoïde. Quand enfin l'œuf arrive dans l'utérus, on ne retrouve aucune trace du spermatozoïde. La fécondation n'est jamais produite que par un seul spermatozoïde.

L'œuf s'entoure alors d'une coque. La vésicule germinative, claire et sans tache germinative, perd de sa netteté, et présente les phénomènes que nous

avons signalés déjà chez le Tylenchus imperfectus. Après qu'elle a gagné la périphérie et expulsé le globule polaire, elle semble s'étaler à la surface du vitellus. Puis, le noyau de la première sphère de segmentation se forme de la même manière que chez le Rhabditis dolichura, et la segmentation commence.

Dans l'œuf mûr de l'Ascaris nigrovenosa, Brandt (39) a trouvé la vésicule germinative dans une position variable, tantôt au centre, tantôt à la périphérie du vitellus. Elle se présente sous les formes les plus diverses : elle est gibbeuse, arrondie, irrégulièrement étoilée ; ou bien elle se montre ramifiée, arborescente, réticulée, et, en raison de ces aspects si divers, elle apparaît avec une netteté variable. Toutes ces formes bizarres tiennent à des mouvements amiboïdes que présente la vésicule germinative, et qui peuvent aussi la diviser en deux ou plusieurs lobules à peine réunis par un mince pont de substance ; ces lobules peuvent même quelquefois être complétement séparés, mais ils se réunissent plus tard en une seule masse. La vésicule germinative sort aussi parfois en partie du vitellus, et s'insinue entre celui-ci et son enveloppe ; mais elle y rentre bientôt.

Il arrive un moment où on ne constate plus la présence dans l'œuf de la vésicule germinative. On pourrait croire à sa disparition. Mais Brandt explique ce fait par le fractionnement qu'elle subit à cause de ses mouvements amiboïdes. Un peu plus tard, on voit apparaître les deux nouveaux noyaux, que Bütschli nous a fait connaître. Pour Brandt, ces noyaux, de même que plus tard les noyaux des blastomères, seraient des descendants de la vésicule germinative : ils proviendraient de la concentration de la substance fragmentée de celle-ci.

Ces deux noyaux offrent des mouvements amiboïdes, et poussent des pseudopodes au moyen desquels ils se déplacent en tendant à se rapprocher l'un de l'autre : mais leur déplacement est favorisé encore par les contractions du vitellus. Ils se rencontrent finalement au centre, et c'est alors, suivant Auerbach, que se produirait pour ces deux noyaux une rotation de 90° ; mais Brandt, non plus que Bütschli, n'a rien observé de semblable. Il attribue cette apparence à des mouvements passifs causés par l'activité du protoplasma qui entoure les deux noyaux. Ceux-ci se fusionnent enfin, et la vésicule germinative ainsi reconstituée s'allonge, s'étrangle, et la première segmentation du vitellus se produit.

Le mémoire d'Hallez (40) n'est que la confirmation chez l'Anguillula aceti des faits vus par Bütschli chez le Cucullanus elegans. La vésicule germinative disparaît après la fécondation : elle présentait auprès de la tache germinative trois ou quatre *pseudo-nucléoles* (Ed. van Beneden). Le noyau nucléolé, qui apparaît dans l'œuf avant la première segmentation, ne renferme point de pseudo-nucléoles ; il ne serait donc pas identique à la vésicule germinative, comme le veut Brandt, si on s'en tenait à ce seul caractère. « Le plan de segmentation du vitellus passe toujours à égale distance des deux noyaux. Si ceux-ci se trouvent dans le grand axe de l'œuf, la division se fait suivant un plan perpendiculaire à cet axe ; s'ils ne sont pas dans ce grand axe, la division se fait suivant un plan oblique à ce même axe, mais perpendiculaire à la ligne qui joint les deux noyaux [1]. »

[1] La « *Monographie des Nématodes* » de Schneider (*Monographie der Nematoden*. Berlin, 1866) ne s'est trouvée à notre disposition qu'au moment de la correc-

3° *Bryozoaires* (1).

Les travaux de Kowalewsky (41), d'Uljanin (42), de Salensky (43), ont jeté une vive lumière sur le développement des Bryozoaires; mais, au point de vue spécial qui nous guide dans cette Revue, une publication toute récente de Hatschek (44) mérite seule de fixer notre attention.

Ce dernier auteur a étudié le développement de la Pedicellina echinata. L'œuf mûr conserve sa vésicule germinative. La membrane vitelline est séparée du vitellus par un large espace rempli de liquide, et s'effile en pointe à l'endroit où elle s'attache à l'ovaire. Dans son intérieur, on voit s'agiter des spermatozoïdes parfois en nombre très-grand, et même quand déjà le développement est assez avancé.

Dans l'œuf-cellule non encore segmenté, on distingue déjà un pôle animal et un pôle végétatif, c'est-à-dire une partie où se sont accumulés les éléments du protoplasme et une partie où se sont accumulés les éléments du deutoplasme. Ces deux parties diffèrent l'une de l'autre : le pôle animal est clair et tourné en bas, et au-dessous de lui se trouvent deux ou trois globules polaires; le pole végétatif est sombre, tourné en haut, et se fait en outre remarquer par la présence à sa surface d'un corps clair, non granuleux, réfringent comme le protoplasme qui se rencontre au pôle opposé, et qui s'enfonce bientôt dans le vitellus pour disparaître entièrement. Bütschli, qui a observé un corps semblable chez les Nématodes, le considère, ainsi que nous l'avons vu, comme un spermatozoïde. Hatschek émet ici une opinion semblable.

Le noyau de l'œuf-cellule est plus rapproché du pôle inférieur que du supérieur ; les granulations vitellines rayonnent autour lui. Au stade 2, on se trouve en présence de deux blastomères inégaux, mais qui toutefois diffèrent très-peu de taille. Chacun d'eux, considéré isolément, présente les mêmes caractères que l'œuf-cellule : une moitié animale et une moitié végétative, un noyau voisin du pôle animal. Le plan de la première segmentation, dans lequel se trouvent compris les globules polaires, est vertical et va du pôle animal au pôle végétatif. La plus grosse des deux sphères de segmentation se divise ensuite horizontalement en deux parties inégales. Le plus petit des deux premiers blastomères ne tarde pas à faire de même, et on a alors le stade 4,

tion des épreuves de cette Revue. A la page 285, l'auteur signale dans le liquide périvitellin la présence, « surtout dans les œufs à coque mince, d'un corpuscule à contour net, » qui serait un globule polaire.

Je dois en outre à l'obligeance de mon ami, M. le docteur Osman Galeb, du Caire, de savoir que chez l'Oxyuris Künckelii le liquide périvitellin, qui dans toutes les autres espèces de Nématodes est clair et transparent, prend constamment chez cette espèce une belle coloration jaune-citron ou jaune-verdâtre. L'Oxyuris Künckelii est une espèce nouvelle, découverte par M. Galeb chez diverses espèces de Blattes, et qui sera décrite dans la thèse qu'il soutiendra prochainement devant la Faculté des sciences de Paris.

(1) Nous n'avons pu nous procurer en temps opportun la thèse pour le doctorat ès sciences naturelles de J. Barrois : Mémoire sur l'embryologie des Bryozoaires. Paris, 1877.

auquel on observe deux grosses cellules à la partie supérieure et deux petites cellules à la partie inférieure de l'œuf. Ces deux dernières vont, à partir de ce moment, se segmenter très-rapidement, tandis que les deux autres ne le feront plus que très-lentement. On obtient ainsi un stade 6, auquel apparaît une cavité de segmentation.

4° *Tuniciers.*

Chez l'Ascidia intestinalis, Kowalewsky (45) a observé un fait bizarre et jusqu'à présent unique : les spermatozoïdes n'appliqueraient point la tête, mais la queue contre la membrane de l'œuf. Celui-ci, lorsqu'il a atteint sa maturité, a perdu sa vésicule germinative. Le vitellus n'a pas de membrane propre, et est entouré d'une couche gélatineuse dans laquelle sont renfermés des cellules ou noyaux jaunâtres provenant du follicule de l'œuf, et qui représentent les matériaux aux dépens desquels se formera le test de l'animal. L'œuf est contenu dans une capsule dure, à l'intérieur de laquelle les spermatozoïdes ne pénètrent point. La segmentation débute une heure après la fécondation, et elle n'intéresse que le vitellus seul : elle est régulière, et les granulations vitellines rayonnent autour des noyaux. La cavité de segmentation se montre dès le stade 4.

Kupffer (46) n'a point vu non plus les spermatozoïdes pénétrer dans l'intérieur de l'œuf de l'Ascidia canina. Ils n'appliquent point, comme le dit Kowalewsky, leur queue contre cette membrane, mais viennent en grand nombre y fixer leur tête, et, après avoir quelque temps agité leur queue dans toutes les directions, semblent coordonner leurs mouvements et les diriger tous dans le même sens. On voit alors l'œuf tourner sur lui-même avec rapidité comme s'il portait une couronne vibratile. Cela dure au moins vingt minutes, puis le mouvement se ralentit, et les spermatozoïdes se détachent.

La segmentation est précédée de la formation et de la division d'un noyau (la vésicule germinative ne se retrouve plus dans l'œuf mûr) qui se segmente sur place, sans s'étirer en bissac. Puis ses deux moitiés s'écartent rapidement l'une de l'autre, en même temps que le vitellus s'allonge suivant la ligne qui les réunit. C'est alors qu'apparaît le premier sillon : les deux noyaux se rapprochent de nouveau l'un de l'autre, pendant que la segmentation s'accomplit. Par la suite de la segmentation du vitellus, la même série de phénomènes se reproduit.

Dans les sphères de segmentation, les granulations vitellines se disposent en rayonnant autour des noyaux. Mais Kupffer pense que ce n'est point là un caractère spécial à la segmentation : dans l'œuf ovarien en voie de formation, quand le vitellus commence à devenir granuleux, les granulations se disposeraient en effet de la même façon autour de la vésicule germinative.

Chez les Lucides du genre Pyrosoma, Kowalewsky (48) a trouvé, comme chez les Ascidies, à la surface de l'œuf mûr, des groupes plus ou moins nombreux de cellules provenant du follicule de l'œuf, et destinées à fournir les matériaux qui composeront le test de l'animal adulte. Mais ici ces cellules ne

se montrent que sur la partie de l'œuf qu'occupe le vitellus nutritif. Le vitellus nutritif et le vitellus plastique sont en effet complétement séparés l'un de l'autre, et celui-ci, qui est de beaucoup le moins volumineux, n'occupe qu'un pôle de l'œuf. Il renferme la vésicule germinative, et c'est uniquement à ses dépens que se forme l'embryon. La segmentation est donc incomplète : dès son début, les cellules du test commencent à s'amasser en grand nombre autour des cellules auxquelles elle donne naissance.

Aucun des auteurs précédents n'a observé des globules polaires. Semper (77) cherche à identifier avec des globules polaires les cellules du test, qui, selon lui, ne seraient point des cellules du follicule, comme le veut Kowalewsky, mais se sépareraient de la surface du vitellus au moment de la segmentation ou un peu avant. Nous montrerons dans le dernier chapitre ce qu'il faut penser de cette manière de voir.

L'œuf mûr de la Phallusia mamillaris n'est point, d'après Strasburger (50), dépourvu de formation nucléaire. Il est vrai qu'à l'état frais on n'y trouve point de noyau; mais en le traitant par l'acide osmique et le carmin de Beale, suivant la méthode d'O. Hertwig, on y trouve à la périphérie une formation qui est le noyau de l'œuf (Eikern), et que n'entoure aucun système rayonné. Strasburger n'a point vu les spermatozoïdes traverser l'enveloppe de l'œuf, et comme il n'y a point de micropyle, il est conduit à admettre que la substance du spermatozoïde diffuse à travers l'enveloppe de l'œuf et, en pénétrant dans le vitellus, s'amasse pour constituer le noyau spermatique. Celui-ci est plus petit que le noyau de l'œuf, et apparaît entre ce dernier et la périphérie. Il s'entoure aussitôt d'une zone de protoplasme homogène, et les granulations vitellines prennent autour de lui une disposition rayonnante. Puis les deux noyaux se fusionnent, et constituent ainsi le noyau de segmentation (Furchungskern), que Strasburger appelle *noyau du germe* (Keimkern).

Ce noyau de segmentation est homogène et, entraînant avec lui son soleil, il s'enfonce vers le centre du vitellus, avec une vitesse qui décroît à mesure qu'il devient plus profond. Pendant son trajet, les rayons du soleil s'allongent de plus en plus, et finalement vont atteindre la périphérie de l'œuf. Le mouvement de translation cesse avant que le noyau aît atteint le centre du vitellus.

Quand le noyau de segmentation s'est arrêté, il grossit, perd de sa réfringence, et bientôt on ne retrouve plus le soleil et la zone protoplasmique qui l'entouraient. Il s'étire alors en fuseau, se strie suivant sa longueur, présente la *lame cellulaire équatoriale* (äquatoriale Zellplatte), et à chacun de ses pôles apparaît un nouveau soleil. Puis on voit se succéder une série de phénomènes qui nous sont déjà connus, et qui ont pour résultat final la première segmentation du vitellus.

5° *Annelés.*

Hirudinées. — Les belles et savantes recherches de M. Ch. Robin ont contribué puissamment à nous faire connaître les premières phases du développement des Hirudinées, et des travaux plus récents de Bütschli et d'O.

Hertwig n'ont fait, en bien des points, que confirmer la rigoureuse exactitude des résultats auxquels est arrivé cet éminent observateur. M. Ch. Robin ayant publié ses travaux en l'année 1862, nous n'avons point à nous en occuper ici, cette date sortant du cadre de notre Revue. Nous devons également passer sous silence son important mémoire sur le développement embryogénique des Hirudinées (49), bien qu'il remonte à deux ans à peine, car il n'est que la réunion en un seul ouvrage des diverses publications parues antérieurement, en 1862, dans le Journal de la Physiologie et dans les Annales des sciences naturelles.

Il nous reste donc à exposer les recherches de Bütschli (9) et d'O. Hertwig (52).

Le premier de ces deux auteurs a étudié la Nephelis vulgaris. Le vitellus de l'œuf mûr et fécondé n'est point sphérique, mais est un peu déprimé. L'acide acétique y montre une structure alvéolaire, dont les mailles contiennent de nombreuses granulations fines et réfringentes, et rend en outre apparente à la surface du vitellus une *couche corticale* (Hautschicht) libre de toute granulation et très-réfringente. Au voisinage du pôle aplati du vitellus se montre un petit amas protoplasmique clair, qui fait saillie à la surface : Bütschli, comme nous avons déjà eu l'occasion de le dire plus haut, pense que ce n'est rien autre chose qu'un spermatozoïde qui s'est réuni à l'œuf, et s'est alors transformé de la sorte.

Non loin de cet amas de protoplasme, on peut voir dans l'intérieur du vitellus un corps fusiforme dont le grand axe coïncide à peu près avec le diamètre du vitellus passant par le pôle aplati. Comme chez le Cucullanus elegans, Bütschli a constaté que ce corps fusiforme, qui ne serait que la vésicule germinative métamorphosée, est constitué par des fibres longitudinales dont chacune contient dans le plan équatorial un granule réfringent. L'aspect formé par l'ensemble de ces granules est considéré par Bütschli comme le résultat d'une condensation, comme un épaississement, et a reçu de lui le nom de *lame nucléaire* (Kernplatte). Chacune des extrémités du corps fusiforme est plongée dans une zone claire et homogène, autour de laquelle rayonnent en tous sens les granulations vitellines.

Un peu plus tard, on trouve que le noyau fusiforme, qui déjà occupait dans l'œuf une position excentrique, a gagné la périphérie, entraînant avec lui son double *système radié* (Strahlensystem), et que l'une de ses extrémités commence à sortir du vitellus en faisant saillie au-dessus de la surface. La partie du noyau qui est restée dans le vitellus conserve sa forme primitive ; mais le segment qui est ainsi sorti à l'extérieur grossit et s'arrondit, présente une membrane propre, et renferme à son intérieur un grand nombre de granules sombres réunis par de pâles fibrilles aux fibres de la partie du noyau restée intacte, et, par l'intermédiaire de celles-ci, à une zone de granulations semblables que l'on remarque au pôle opposé de l'œuf. Par la suite de ce processus, la vésicule germinative sort de plus en plus du vitellus, et finalement elle s'en dégage tout entière. Mais elle n'est pas expulsée tout d'une pièce, car, avant que sa sortie soit complète, elle s'étrangle et se divise, par le fait de son activité propre, en trois portions à peu près sphériques, qui

seront les globules polaires (J. van Beneden) ou *vésicules de direction* (Richtungsbläschen, Fritz Müller), et qui sont toutes de grosseur différente : la première formée est la plus petite, la dernière la plus grosse.

Déjà quand le noyau de l'œuf n'est pas encore complétement expulsé du vitellus, en outre des deux soleils qui se trouvent à ses extrémités, on voit encore apparaître auprès de la surface du vitellus un troisième système radié, séparé du noyau de l'œuf par une distance d'environ un quart de cercle. Les rayons de ce dernier système partent aussi en divergeant d'un espace central clair. Pendant que l'expulsion du noyau de l'œuf se poursuit et s'achève, ce système grandit et gagne lentement le centre de l'œuf.

Enfin, la vésicule germinative est expulsée, les soleils qui l'accompagnaient ont disparu, et l'œuf a repris une forme sphérique. Alors apparaissent deux noyaux dans le vitellus, à peu près suivant un diamètre passant par le lieu de sortie de la vésicule germinative. L'un se montre à la périphérie de l'espace clair central, l'autre entre celui-ci et les globules polaires, assez près de la périphérie du vitellus. Si on les traite par l'acide acétique, on constate qu'ils possèdent une membrane d'enveloppe et renferment un contenu liquide dans lequel quelques granules sombres sont en suspension. Ils sont dépourvus de nucléoles.

Le noyau périphérique marche ensuite vers le noyau central, et quand ils se sont rencontrés dans la zone claire qui se trouve au centre du vitellus et du système radié, ils se juxtaposent, augmentent considérablement de volume et s'aplatissent l'un contre l'autre. Finalement, ils se fusionnent en un seul. Leur accroissement se produit aux dépens de l'espace clair central, qui diminue à mesure qu'ils grossissent, et qui a complétement disparu, ainsi que le soleil, quand ils ont achevé de croître.

Pendant que ces phénomènes se passaient dans le vitellus, les deux premiers globules polaires se sont réunis en un seul, et à l'intérieur du troisième s'est constituée une vésicule ronde et claire.

A partir de ce moment, les modifications qui aboutissent à la segmentation du vitellus se succèdent avec rapidité : elles débutent par un allongement du vitellus suivant un diamètre perpendiculaire à celui qui passerait par les globules polaires, et par la transformation fusiforme du noyau. Aux deux pôles de celui-ci situés dans l'axe de l'allongement du vitellus, on voit les granulations vitellines voisines se disposer en rayons, en même temps qu'un espace clair commence à se former au centre des soleils ainsi formés. Puis, entre ces deux soleils, le noyau se différencie en fibres longitudinales, et se transforme finalement en un corps fusiforme, en tout semblable à celui qui provenait de la métamorphose de la vésicule germinative. Il en diffère pourtant par sa position, qui est centrale, et par sa longueur, qui est à peine supérieure à celle du noyau dont il est la transformation.

Le corps fusiforme est beaucoup moins volumineux que ne l'était le noyau dont il provient : cela tient à ce que ce dernier, pendant sa métamorphose, a laissé s'écouler une partie du liquide qui le remplissait. Pour la vésicule germinative, un fait semblable a dû se produire, car le corps fusiforme qui lui succède, et qui est expulsé en entier pour donner naissance aux globules po-

laires, est d'un volume moins considérable que ne l'était la vésicule germinative. Aussi, Bütschli ne se prononce-t-il pas sur la question de savoir si le noyau de l'œuf est expulsé en entier, ou bien s'il en reste dans le vitellus quelques parties qui puissent contribuer à former les noyaux de segmentation.

La lame nucléaire se dédouble alors, et les deux lames ainsi formées reculent chacune vers une extrémité du fuseau nucléaire (Kernspindel). Quand elles y sont parvenues, on voit le noyau perdre sa forme de fuseau pour s'arrondir et s'élargir à ses extrémités. Pendant que ces phénomènes se produisaient, la surface du vitellus a commencé à se creuser d'un sillon circulaire, et, tandis que ce sillon devient de plus en plus profond, les fibres du noyau redeviennent, dans leur région équatoriale,plus épaisses et plus sombres, pour constituer ce que Strasburger appelle *lame cellulaire équatoriale* (äquatoriale Zellplatte). C'est une zone d'épaississement qui rappelle, par ses caractères physiques et sa constitution, la lame nucléaire que nous venons de voir se dédoubler.

A ce stade en succède un autre qui aboutit à ia disparition du noyau fusiforme et à la formation dans la première sphère de segmentation de deux noyaux de seconde génération. Ils prennent naissance aux extrémités du fuseau, par suite d'un processus que Bütschli n'a pu suffisamment éclaircir. Voici pourtant ce qu'il a observé : à chaque extrémité du fuseau se montrent deux petits noyaux intimement juxtaposés, et dérivant vraisemblablement du segment de la lame nucléaire qui était venue occuper l'extrémité du fuseau. Ils ont l'aspect chacun d'une vésicule entourée d'une enveloppe sombre, et renferment un liquide clair et quelques granulations. Ils se fusionnent bientôt en un seul qui s'accroît alors rapidement, aux dépens, lui aussi, de la zone claire dans laquelle il se trouve, et quand il a atteint toute sa taille, cette zone claire et le système radié qui l'entourait ont disparu. Au début de leur formation, ces noyaux sont réunis l'un à l'autre par les fibres du fuseau. Ces fibres disparaissent bientôt, mais de quelle manière ? C'est là un point que Bütschli n'est pas parvenu à élucider.

Cependant la segmentation s'est achevée et les blastomères qui en proviennent sont à peu près sphériques ; leurs noyaux n'ont point encore achevé leur croissance. Quand celle-ci est enfin terminée, les deux sphères de segmentation *s'affaissent* (Ed. van Beneden), et leur ensemble représente à peu près une sphère. — Puis, on voit toute la même série de phénomènes se reproduire et se renouveler par la suite de la segmentation du vitellus.

A peu près au moment où la première segmentation s'achève, les deux globules polaires qui restaient se réunisseut en un seul, de forme oblongue, et à ses deux pôles on observe un amas de granulations autour duquel des fibres présentent une disposition rayonnée.

Les observations d'O. Hertwig (52), bien que concordant souvent tout à fait avec celles de Bütschli, en diffèrent cependant sur plus d'un point important. Ce sont ces différences seules que nous signalerons, sans recommencer pour Hertwig une analyse aussi longue que celle que nous avons donnée du travail de Bütschli.

Bütschli considère comme la vésicule germinative modifiée le noyau fusiforme dont proviennent les globules polaires. Hertwig combat cette opinion ; la vésicule germinative disparaîtrait avant la maturité de l'ovule et se dissoudrait dans le vitellus, après que sa tache germinative s'est divisée en petits fragments. Ce n'est que plus tard qu'on rencontre le corps fusiforme avec son double système radié, au centre d'abord, ensuite à la périphérie du vitellus : c'est alors que l'œuf est mûr ; il se détache de son pédicule, et tombe dans la cavité de l'ovaire.

Hertwig n'admet pas que le corps fusiforme provienne directement d'une transformation de la vésicule germinative; car, outre les différences de forme, de volume, de structure, qui existent entre ces deux éléments, le fuseau présente une membrane bien apparente, tandis que la vésicule germinative n'en avait pas. Il admet pourtant un lien génésique entre ces deux formes de noyau, et croit, sans pouvoir toutefois expliquer comment le fait se produit, que le noyau fibreux et fusiforme provient des particules de la tache germinative et d'un reste du suc de la vésicule germinative.

Les globules polaires prennent naissance avant la fécondation. Le premier commence à se former environ trois quarts d'heure après la ponte. Comme Bütschli l'a montré, il provient du noyau fusiforme ; mais ce que cet observateur n'a point vu, c'est que l'extrémité périphérique du fuseau entraîne avec elle, en sortant du vitellus, une partie de la substance homogène claire qui s'était accumulée autour d'elle, et que cette substance homogène s'allonge en même temps que le fuseau sort davantage, puis s'étrangle, et finalement se sépare sous forme d'une petite sphère de protoplasma renfermant quelques granulations et un segment du noyau. Il ne se formerait que deux globules polaires, qui seraient unis entre eux, et chacun en particulier au vitellus, par de minces filaments. Le second globule polaire serait le plus gros.

Pour Bütschli, les globules polaires ne sont autre chose que la vésicule germinative métamorphosée en noyau, et qui, expulsée de l'œuf, s'est fractionnée en deux ou trois parties par suite d'un processus actif de division. Hertwig pense au contraire que la formation de chaque globule polaire provient d'une sorte de division cellulaire, qu'il appelle bourgeonnement cellulaire.

Lors de la formation du premier globule polaire, une moitié seulement du fuseau sort du vitellus. Environ deux heures après la ponte, on trouve dans l'œuf, à la place du fragment du fuseau qui restait du précédent stade, un nouveau fuseau dont la moitié périphérique va encore être expulsée pour former le second globule polaire. La moitié qui reste dans le vitellus se désorganise, et donne naissance à un amas compacte de petites vacuoles qui bientôt grandissent et se fusionnent en un seul noyau lobulé. Celui-ci se déplace alors et s'approche du noyau qui occupe le centre du vitellus. On se rappelle en effet que Bütschli a vu, pendant la formation des globules polaires, un soleil tout à fait indépendant du corps fusiforme apparaître à la périphérie du vitellus et gagner le centre. Hertwig confirme cette observation, et fait provenir aussi le noyau de segmentation de la fusion des deux noyaux dont nous venons de parler. Il admet en outre que le système radié qui se montre à la périphérie, après l'étranglement du premier globule polaire, est causé par le

noyau (tête) d'un spermatozoïde qui aurait pénétré dans le vitellus. Le noyau de segmentation proviendrait donc de la conjonction de deux noyaux sexuellement différents, d'un noyau femelle ou *noyau de l'œuf* (Eikern) dérivant de la vésicule germinative, et d'un noyau mâle ou *noyau spermatique* (Spermakern), dérivant de la tête d'un spermatozoïde.

Au moment où les vacuoles se constituent à la périphérie, aux dépens du fragment de fuseau resté dans l'œuf, on voit également dans le second globule polaire de nombreuses vacuoles prendre la place du disque granuleux. Ces vacuoles grandissent, et se réunissent finalement en une grosse vacuole réfringente. En même temps, le premier globule polaire s'étrangle et se divise, et on a alors trois globules polaires de grosseur inégale, deux petits et un gros. Ils restent unis au vitellus jusqu'au stade 2 de la segmentation, et, quand ils se sont isolés, ils se fusionnent en un seul corps présentant la forme d'un disque plat et ovale qui montre, après l'action de l'acide osmique et du carmin, trois petits corpuscules à son intérieur.

Annélides. — Chez les Hirudinées et les Annélides, Ratzel (54, 55) a été témoin de phénomènes bizarres, qu'il n'a été donné depuis à aucun observateur de constater. Ces phénomènes aboutiraient à une segmentation irrégulière. Mais nous venons de voir que, chez les Hirudinées, la segmentation est très-régulière à son début, et Kowalewstry a montré qu'il en est de même chez les Annélides.

Cet auteur (56) a trouvé l'œuf pondu d'une Oligochète d'eau douce, l'Euaxes, sphéroïde et présentant à sa surface un endroit arrondi, clair, constitué uniquement par du vitellus plastique. Il a observé le noyau en train de se diviser, au moment où les deux moitiés de la lame nucléaire s'écartent l'une de l'autre. Mais l'interprétation qu'il donne de ces phénomènes est inexacte : il prend en effet le noyau fusiforme pour le nucléole, qui se divise, et la zone protoplasmique dans laquelle est plongé le noyau, et qui est le centre du soleil, pour le noyau lui-même.

Une heure après la ponte, l'œuf devient ellipsoïde ; on voit à son intérieur deux noyaux, la tache périphérique a grandi. Puis l'œuf prend la forme d'un œuf de poule ; un sillon se montre au niveau de l'amas protoplasmique, et l'œuf se divise en deux sphères de segmentation inégales ; quand cette première segmentation est achevée, la tache claire se laisse infiltrer de vésicules graisseuses, et disparaît.

Le plus gros des deux blastomères est tourné en haut ; il se divise alors isolément : stade 3, trois sphères inégales. Le plus gros des deux blastomères qui viennent de se former se divise à son tour : stade 4, constitué par quatre sphères disposées en croix, et dont les trois supérieures sont à peu près d'égale grosseur, tandis que la plus inférieure, qui provient de la première segmentation, et qui ne s'est pas modifiée depuis, est beaucoup plus volumineuse. Aussitôt après, on voit apparaître des taches blanchâtres à l'extrémité centrale des deux petites sphères représentant les bras de la croix : c'est le protoplasme qui se sépare du deutoplasme. Il s'isole bientôt tout à fait sous forme de deux petites sphères : stade 6, dont chacune se divise aussitôt : stade 8,

Le début de la segmentation est donc marqué par la séparation du vitellus

formatif d'avec le vitellus nutritif. Les blastomères qui prennent naissance par le fractionnement de celui-ci sont toujours plus gros que ceux qui dérivent du vitellus plastique; ils constitueront, chez l'embryon parvenu à un degré plus avancé de développement, l'hypoblaste ou endoderme, tandis que les blastomères dérivés du vitellus formatif s'étendront au-dessus d'eux pour former l'épiblaste ou ectoderme. C'est là une loi générale, dont on peut particulièrement reconnaître l'exactitude chez les animaux qui, comme l'Euaxes, présentent une segmentation complète et la séparation entre les deux sortes de vitellus.

Chez le Lumbricus, Kowalewsky a également trouvé la segmentation irrégulière, mais complète. Tout d'abord, l'œuf se divise en deux moitiés égales; puis, l'une des deux sphères ainsi formées se divise seule, ce qui conduit au stade 3. Les trois blastomères se segmentent alors en même temps, et on a le stade 6.

En soumettant des œufs de Serpula à la fécondation artificielle, Schenk (57, 58) a pu observer sur eux les premières phases du développement. Le premier phénomène qui annonce que la fécondation est effectuée consiste en un changement de forme de la vésicule germinative : jusque-là, elle était arrondie ; elle devient alors dentelée, diminue de volume, et recule jusqu'au bord du vitellus en présentant des changements de forme incessants. Quand elle y est arrivée, elle devient de moins en moins nette, et expulse enfin sa tache germinative, qui sort du vitellus et vient soulever la membrane vitelline. La tache germinative persiste en cet état après le début de la segmentation, et elle est située dans le plan suivant lequel se produit la première segmentation.

Ce dernier caractère est, comme on le sait, spécial aux globules polaires. Mais, comme chez la Serpula il ne se produit point des globules polaires, Schenk pense que, dans ce cas particulier, la tache germinative leur est analogue, et qu'en général elle représente une partie de l'ovule qui a pour destinée de préparer la segmentation du vitellus.

Rotifères. — Chez la Lacinularia socialis, Ed. van Beneden (31) a observé la persistance de la vésicule germinative. Dans l'œuf d'été, elle forme, en se divisant, les noyaux des deux premiers blastomères. Mais l'œuf d'hiver se développe sans fractionnement du vitellus : la vésicule germinative se divise en un certain nombre de portions qui se portent à la périphérie de l'œuf, et autour desquelles la masse protoplasmatique de l'œuf-cellule finit par se diviser pour former autant de cellules embryonnaires,

Contrairement à l'opinion de van Beneden, qui admet avec Leydig (¹) la persistance de la vésicule germinative dans l'œuf des Rotifères, Flemming (79) a reconnu récemment que chez ceux-ci la vésicule germinative disparaît réellement. Cette observation, du reste, avait été déjà faite par Huxley (²), il y a plus de vingt-cinq ans.

(¹) *Zur Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Lacinularia socialis.* In Zeitschr. f. wiss. Zool. III, 1851.

(²) *Lacinularia socialis. A Contribution to the Anatomy and Physiology of the Rotatoria.* In Trans. of the micr. soc. of London, 1852.

La disparition de la vésicule germinative a été aussi observée par Bütschli (9) sur l'œuf de divers autres groupes de Rotifères, et spécialement chez la Notommata Sieboldii, chez la Triarthra platyptera et quelques espèces de Brachionus. Il ne se produit point des globules polaires, contrairement à l'opinion qu'avait émise Flemming; mais, à cela près, le processus de la segmentation et celui de la division du noyau de segmentation sont absolument semblables à ce qui se présente chez les Hirudinées. Il importe toutefois de noter que le noyau de segmentation ne provient point de la fusion de deux noyaux, dont l'un serait le noyau spermatique et l'autre le noyau de l'œuf. Bütschli, en effet, n'a vu se former, en un point placé excentriquement, qu'un seul noyau, qui d'abord se montre sous forme d'un très-petit espace clair, devient promptement une vésicule à contour net, et, chez la Triarthra platyptera, cesse d'être visible au moment où la segmentation débute; mais chez les Brachionus et la Notommata Sieboldii, il est facile de le voir subir la métamorphose fusiforme.

H. Ludwig (59) a eu l'occasion d'étudier l'Ichthydium larus. Chez ce Rotifère, le premier indice du développement est la disparition de la tache germinative. Elle devient de moins en moins nette, et en même temps le vitellus commence à se contracter et, à la région des pôles, s'écarte de la membrane vitelline. Après la disparition de la vésicule germinative, les pôles de l'œuf viennent de nouveau s'appliquer contre la membrane vitelline; un sillon se forme dans le plan équatorial de l'œuf, et des bords de ce sillon partent des pseudopodes qui s'étalent à la surface du vitellus, entre celui-ci et sa membrane, et remontent vers les pôles. Pendant tout ce temps-là, l'œuf est dépourvu de noyau. Quand la première segmentation est achevée, les pseudopodes disparaissent, et un noyau se montre dans chaque blastomère. Puis les blastomères se contractent à leur tour, pendant quelque temps, perdent leurs noyaux et se segmentent de nouveau.

IV. Echinodermes,

A part un travail de Kowalewsky (60) datant de 1867, toutes les publications qui se rapportent au développement des Echinodermes sont de dates récentes, et parmi elles la plus importante est celle d'O. Hertwig (51). C'est aussi celle que nous devons examiner tout d'abord.

Hertwig étudie l'œuf du Toxopneustes lividus, Oursin très-répandu dans la Méditerranée. Cet œuf se recommande à l'observateur par sa grande transparence. Avant sa maturité, il se compose d'une masse vitelline peu troublée par les granulations, et au centre de laquelle se trouve une vésicule germinative volumineuse. Celle-ci possède une membrane propre, qu'Auerbach (36) considère comme « un produit accidentel du noyau, » un contenu clair comme de l'eau et une tache germinative également très-grosse, située dans une position excentrique. La tache germinative se teint fortement par le carmin et noircit par l'acide osmique plus que le reste de l'œuf. Auerbach dit qu'il peut se former des vacuoles à son intérieur et qu'elle peut être douée de mouvements amiboïdes. Hertwig confirme le premier de ces faits seulement, mais croit à la possibilité du second, qu'il a du reste observé chez les

Batraciens et les Mollusques. La vésicule germinative est traversée d'un réticulum de fins filaments pâles allant d'une paroi à l'autre, comme les filaments protoplasmatiques des cellules végétales. Le vitellus enfin est renfermé dans une épaisse enveloppe gélatineuse, percée de fins canalicules qui servent à sa nutrition.

A un stade plus voisin de la maturité, on ne trouve plus la vésicule germinative au centre de l'œuf. Les contractions vitellines l'ont déplacée, et on la retrouve dans une dépression en forme de verre de montre, creusée à la surface du vitellus. Elle a perdu sa membrane, et elle est sphérique ou biconvexe comme une lentille. Elle consiste en un suc clair, très-finement granuleux, et renferme de petits corpuscules irréguliers qui se distinguent de la tache germinative en ce qu'il sne se colorent point par le carmin. Celle-ci du reste se retrouve avec tous ses caractères dans la vésicule germinative, immédiatement en contact avec la surface du vitellus. Ce dernier est toujours sans noyau.

Un peu plus tard, la tache germinative a disparu, mais le vitellus renferme déjà le noyau de l'œuf (Eikern), et on le voit à peu de distance de la vésicule germinative. Plus tard encore, cette dernière diminue de volume, s'aplatit et s'étend à la surface du vitellus, en même temps que celui-ci tend à revenir à l'état sphérique. Finalement, elle se divise en deux ou plusieurs segments, et il ne reste bientôt plus qu'un petit amas de corpuscules graisseux qui sont absorbés par le vitellus.

Ainsi donc « au temps de la maturation de l'œuf, la vésicule germinative subit une métamorphose régressive et est portée par les contractions du protoplasma à la surface du vitellus. Sa membrane se dissout, son contenu se fractionne, et est enfin résorbé par le vitellus. »

Cette observation d'Hertwig chez l'Oursin, si elle n'était pas, comme nous le verrons par la suite, entachée d'erreur, devrait être rapprochée de celle de Kleinenberg chez l'Hydre. Les descriptions de ces deux auteurs sont en effet identiques, du moins en ce qui concerne la destinée de la vésicule germinative proprement dite.

Mais que devient la tache germinative? Dans tous les œufs qu'il a eu occasion d'examiner, Hertwig n'a constaté aucune modification dans la structure de la tache germinative. Dans tous les cas, le noyau de l'œuf existait dans le vitellus quand la tache germinative manquait dans la vésicule germinative, et inversement. La tache germinative et le noyau de l'œuf n'ont jamais fait défaut simultanémeut dans un même œuf. Comme, d'autre part, aucune observation directe n'a montré à Hertwig que la tache germinative se désagrégeât comme le fait la vésicule germinative, cet auteur en arrive à conclure que la tache germinative ne subit aucune modification, et passe de la vésicule germinative dans la masse vitelline elle-même, pour devenir le noyau permanent de l'œuf mûr et fécondable. Et ce qui le confirme encore dans cette opinion, c'est que la tache germinative et le noyau de l'œuf se sont montrés à lui avec la même constitution, la même taille, les mêmes réactions.

Après que ces phénomènes se sont produits, l'œuf est mûr. Il est constitué alors par une masse vitelline uniformément granuleuse, si ce n'est en un

point, central ou excentrique, qu'occupe le noyau de l'œuf. Celui-ci est sphérique, clair, sans membrane et formé d'une substance homogène très-résistante, que l'acide osmique colore plus fortement en noir que le reste du vitellus. A une certaine distance de celui-ci, se voit une enveloppe résistante, marquée par un double contour et séparée du vitellus par une substance gélatineuse et claire comme de l'eau, que brunit l'acide osmique. On trouve enfin quelquefois autour de la membrane d'enveloppe, ainsi que l'avait déjà remarqué Derbès ([1]) en 1847, une mince couche muqueuse à laquelle s'accrochent les spermatozoïdes au moment de la fécondation.

C'est alors qu'a lieu la fécondation. On voit les spermatozoïdes fixés en grand nombre par leur tête à l'envoloppe de l'œuf (qui présente en ce point une légère dépression), et exécutant, avec la queue, des mouvements pendulaires. Cinq minutes environ après que le sperme est arrivé au contact de l'œuf, on voit se former dans le vitellus, tout près de sa surface, un espace clair, dépourvu de granulations, autour duquel se forme un soleil, et qui grandit en même temps que les rayons du soleil s'allongent davantage. Un examen attentif montre alors dans l'espace clair un petit corps homogène, d'égale réfringence que le protoplasma dans lequel il est plongé, et qui, pour ce motif, s'en distingue à peine. Si on traite par l'acide osmique et le carmin de Beale un œuf parvenu à ce stade, on constate que le noyau de l'œuf et le petit corps sont colorés fortement, et l'un et l'autre avec une égale intensité, ce qui prouve bien que ces deux formations sont constituées par une même substance ; l'œuf renferme donc dès lors deux noyaux : un gros, qui est le noyau de l'œuf (Eikern) ; et un petit, qui est le noyau spermatique (Spermakern). Hertwig donne le nom de *noyau spermatique* au plus petit noyau, parce qu'il le considère comme formé de la substance d'un spermatozoïde. Il a vu, lorsque le système radié était encore à la périphérie du vitellus, le petit noyau se continuer en dehors du vitellus par un filament grêle, qui ne serait autre chose que la queue d'un spermatozoïde. Pourtant Hertwig ne s'explique pas comment ce spermatozoïde aurait pu arriver jusqu'au vitellus et traverser la membrane de l'œuf, qui est résistante et ne présente pas de micropyle.

Puis le système radié s'éloigne très-rapidement de la périphérie de l'œuf en entraînant avec lui le noyau spermatique, et se rapprochant du centre où le noyau de l'œuf se porte aussi, quoique plus lentement. Ce dernier est dépourvu de système radié, d'*auréole*, comme dit Strasburger (50). Les deux noyaux se rencontrent enfin et s'appliquent l'un contre l'autre. Le noyau spermatique se colore à ce moment plus fortement par le carmin que le noyau de l'œuf, ce qui tient à une moindre condensation de la substance de ce dernier. Alors, le noyau de l'œuf présente des mouvements amiboïdes, pousse çà et là des prolongements et, au bout de peu de temps, on ne retrouve plus dans le vitellus qu'un seul noyau : le noyau spermatique a disparu complétement, mais, en revanche, le noyau de l'œuf, qui a cessé ses mouvements amiboïdes,

([1]) *Observations sur le mécanisme et les phénomènes qui accompagnent la formation de l'embryon chez l'Oursin comestible.* (*Ann. des sc. nat.* Zoologie. 3e série, t. VIII.)

a augmenté un peu de volume. Il faut donc en conclure que les deux noyaux se sont confondus en un seul, auquel Hertwig réserve le nom de *noyau de segmentation* (Furchungskern), de noyau de la première sphère de segmentation (Kölliker). Strasburger appelle *noyau germinatif* (Keimkern) cette même formation. Ce noyau de segmentation provient donc de la copulation du noyau spermatique avec le noyau de l'œuf, ou, en d'autres termes, du noyau spermatique avec la tache germinative; sa formation est bien causée par la fécondation, puisque les phénomènes qui y conduisent ne s'observent qu'après la fécondation, et seulement chez les œufs qui ont été mis en contact avec les spermatozoïdes.

La segmentation commence ensuite. Hertwig l'a vue s'accomplir chez l'Oursin, de la même manière qu'Auerbach chez les Nématodes, et ses observations ne diffèrent de celles d'Auerbach qu'en ce que déjà, autour du noyau sphérique de segmentation, il a vu une disposition rayonnée des granulations vitellines. Grâce à cette concordance entre ces deux auteurs, nous nous dispenserons de résumer la partie du mémoire d'Hertwig qui a trait à la segmentation. Nous devons pourtant faire connaître les diverses modifications que subit le noyau pendant cette importante période du développement. Tout d'abord, disons qu'il ne disparaît point, car, à l'aide de l'acide osmique et du carmin de Beale, on parvient toujours à constater sa présence, et si sur l'œuf vivant il se dérobe à la vue de l'observateur, sa disparition n'est qu'apparente, et tient à ce que ses changements de forme de nature amiboïde le rendent moins facilement appréciable. Il se divise, en même temps que le vitellus et les noyaux des blastomères d'une génération quelconque dérivent directement du noyau de la première sphère de segmentation. Il importe toutefois de faire remarquer qu'après chaque nouvelle segmentation, la masse du noyau augmente considérablement de volume, et que les noyaux, à quelque stade qu'on les considère, représentent toujours, comme le noyau de la première sphère de segmentation, une vésicule sans membrane, homogène et ayant un diamètre d'à peu près 13 μ.

Une demi-heure environ après la fécondation, le noyau commence à s'allonger: il devient ovoïde, mais parfois ses deux pôles sont tronqués, et il a alors la forme d'un petit tonneau; sa substance est demeurée homogène. — Plus de trois quarts d'heure après la fécondation, on trouve le noyau très-allongé, fusiforme, et il montre à sa partie moyenne un grand nombre de filaments ou bâtonnets (Stäbchen) sombres, parallèles à son grand axe et formés de substance nucléaire condensée. Hertwig appelle *zone moyenne de condensation* (mittlere Verdichtungszone) cette région du noyau ainsi différenciée.

Au stade de l'haltère, c'est-à-dire une heure environ après la fécondation, le noyau n'est plus visible sur l'œuf vivant. Mais on le découvre facilement à l'aide des réactifs. Il se présente alors sous la forme d'un corps allongé, rubané, coloré plus fortement que les parties voisines. Sa partie moyenne correspond au pédicule qui unit les deux têtes de l'haltère, ses extrémités vont jusqu'au centre de celles-ci. Sa structure s'est modifiée; au point où il pénètre dans la tête de l'haltère, il s'est différencié en bâtonnets juxtaposés, parallèles entre eux et à son grand axe, épaissis en leur milieu et se perdant insen-

siblement à leurs extrémités. C'est ce qu'Hertwig appelle les *zones latérales de condensation du noyau rubané* (seitliche Verdichtungszonen des Kernbandes). Il nomme également *segment moyen* (Mittelstück) la partie comprise entre ces deux zones latérales, et *segment terminal* (Endstück), l'extrémité du noyau qui se trouve dans la tête de l'haltère. — Ce stade correspond évidemment au moment où, d'après les observations de Bütschli chez les Hirudinées, la lame nucléaire (zone moyenne de condensation) se dédouble et où les deux lames, ainsi formées, reculent chacune vers une extrémité du fuseau.

Quand la segmentation est déjà assez avancée et que l'œuf présente la forme d'un sablier, les zones latérales de condensation se sont écartées davantage l'une de l'autre, et, au lieu de bâtonnets, on les trouve constituées par des granulations plus ou moins grosses, qui, en se fusionnant, forment des gouttelettes. — Peu avant que la segmentation soit achevée, le noyau présente l'aspect de deux fuseaux placés bout à bout et se réunissant dans le plan de segmentation. Chacun d'eux représente une masse homogène provenant de la transformation d'une zone latérale de condensation. — Lorsque enfin la segmentation est terminée, chaque fuseau ramène à lui ses extrémités, s'épaissi de plus en plus et prend finalement une forme sphérique. Le noyau de la cellule-fille est alors constitué, et il est le produit de la zone latérale de condensation du noyau rubané.

Ed. van Beneden (62) a voulu contrôler les résultats obtenus par Hertwig chez l'Oursin, et il a pris une Astérie, l'Asteracanthion rubens, pour objet de ses observations, qui ont porté uniquement sur la vésicule germinative. Les conclusions auxquelles il arrive diffèrent essentiellement de celles d'Hertwig. Ce dernier observateur admet, comme on l'a vu, que la vésicule germinative disparaît, mais que la tache germinative persiste, et devient le noyau de l'œuf. Pour van Beneden, il n'y a au contraire aucun lien génésique entre le noyau de l'œuf, qu'il appelle *pronucléus central*, et la vésicule germinative ou l'une de ses parties : le pronucléus central n'apparaît qu'après la fécondation, et est un élément de formation nouvelle. Que devient donc la tache germinative, et que devient aussi la vésicule germinative ? Voici en peu de mots ce que van Beneden a observé :

La vésicule germinative se porte du centre à la périphérie du vitellus, puis la tache germinative se réduit en petits fragments qui se dissolvent progressivement dans la substance de la vésicule germinative. La membrane de celle-ci se perfore alors; une partie de son contenu est expulsé, et constitue au sein même du vitellus un amas clair dans lequel la membrane se dissout bientôt complétement. Enfin cet amas clair de suc de la vésicule germinative se dissout à son tour dans le protoplasma vitellin. Il ne reste plus alors trace ni de la tache ni de la vésicule germinatives. — Ces faits présentent une grande analogie avec ceux que Kleinenberg a décrits chez l'Hydre.

La disparition de la vésicule germinative est indépendante de la fécondation. Elle s'accompagne des mêmes phénomènes chez l'œuf fécondé que chez l'œuf non fécondé, mais est plus lente chez ce dernier. Lorsqu'elle est

complète, si on a affaire à un œuf fécondé, on voit se produire des globules polaires. Hertwig n'en a point vu chez l'Oursin.

Quant au noyau spermatique d'Hertwig, van Beneden le considère comme un simple nucléole appartenant à un noyau qui ne serait autre chose que la tache claire elle-même dans laquelle il apparaît, et auquel il donne le nom de *pronucléus périphérique*. Van Beneden par conséquent n'admet point l'opinion d'Hertwig, tendant à faire considérer le noyau spermatique comme une tête de spermatozoïde.

Les observations de van Beneden ont été confirmées par Rich. Greeff (63), qui a vu, lui aussi, la vésicule et la tache germinatives disparaître complétement dans l'œuf de l'Asteracanthion rubens. Ce même auteur a observé un développement parthénogénésique des œufs de l'Étoile de mer, qui ne diffère que par sa lenteur du développement de l'œuf fécondé. Mais Hertwig (53) révoque en doute l'exactitude de ce fait, et Fol (67) dit nettement que l'œuf d'Asterias glacialis ne se développe pas par parthénogénèse.

L'œuf de l'Echidnus saxatilis renferme, outre les granulations vitellines, d'assez grosses particules à contour net, formées d'une matière colorante rouge ou rouge-violet. Schenk (64) a étudié le mode de répartition de cette matière colorante dans l'ovule pendant la segmentation. Il a vu qu'après la fécondation et la disparition de la vésicule germinative, ces particules colorées, qui précédemment étaient régulièrement répandues dans toute l'épaisseur du vitellus, se rapprochent de la périphérie de celui-ci, en laissant libre son centre, où se montre alors un système radié. Il a constaté aussi qu'elles s'amassent en plus grand nombre dans la moitié supérieure que dans la moitié inférieure de l'œuf, phénomène qu'il attribue aux contractions du vitellus. Cette inégale répartition des particules colorées s'observe encore dans les stades ultérieurs du développement; seulement leur distribution, bien qu'inégale d'une sphère de segmentation à l'autre, est régulière dans toute l'épaisseur d'une même sphère. C'est ainsi que les deux premiers blastomères présentent entre eux une grande différence de coloration, bien que chacun, considéré isolément, se montre dans toutes ses parties régulièrement infiltré de corpuscules colorés. Au stade 4, les sphères de segmentation sont deux à deux colorées avec une égale intensité, et les sphères semblables sont toujours contiguës l'une à l'autre, mais ne sont jamais diamétralement opposées.

Le noyau de segmentation des Holothuries, si on s'en rapporte à l'observation de Selenka (65) chez le Cucumaria doliolum, se formerait dans un espace protoplasmique clair occupant le centre de l'œuf, et serait constitué par un certain nombre (de 8 à 20) de petits corps dont l'ensemble présenterait un aspect mûriforme. Götte a vu de petits corps semblables chez les Batraciens, et leur a donné le nom de *germes du noyau* (Kernkeime). C'est aussi le nom que Selenka leur applique.

Greeff et van Beneden ont montré que les observations d'Hertwig chez le Toxopneustes lividus étaient inexactes. Après la publication des travaux de ces deux auteurs, Hertwig (53) se remit à étudier l'œuf des Échinodermes, et cette seconde série d'études le conduisit à des conclusions très-différentes

de celles consignées dans son précédent mémoire (51). Comme ses deux contradicteurs, il étudie l'œuf de l'Asteracanthion rubens, et comme eux il constate que la tache germinative se dissout réellement dans le suc de la vésicule germinative, qui après la ponte a quitté le centre du vitellus pour venir s'appliquer contre la surface. En même temps, la vésicule germinative elle-même se ratatine, sa membrane se dissout, et son suc se mêle au protoplasma vitellin environnant.

Hertwig retrouve aussi les globules polaires chez l'Asteracanthion rubens. Il les a vus se former de la même manière que chez la Nephelis vulgaris. Le noyau de l'œuf, se constitue aux dépens de la moitié du fuseau qui est restée dans le vitellus. Au-dessous des globules polaires on voit apparaître, dans l'écorce de l'œuf, un certain nombre de petites vacuoles qui se rapprochent du centre, en même temps qu'elles grossissent et s'entourent d'un système radié; elles se fusionnent enfin successivement en une vacuole unique, dans laquelle se montre bientôt un nucléole qui n'est autre chose que le noyau de l'œuf.

Au cours de ses observations sur le Toxopneustes lividus, Hertwig n'avait pu trouver trace de globules polaires. Une étude attentive du Sphaerechinus brevispinosus lui a montré que ses anciennes observations étaient entachées d'erreur. Il a vu en effet chez ce dernier animal la vésicule germinative disparaître, et le noyau de l'œuf se former de la manière que nous venons de décrire chez l'Étoile de mer. Il a constaté en outre que des globules polaires, au nombre de deux, se forment déjà dans l'œuf ovarien, aux dépens d'un noyau fusiforme qui résulte de la transformation de la vésicule germinative; mais, contrairement à l'opinion de van Beneden et de Strasburger, qui ont aussi reconnu chez les Échinodermes la présence des globules polaires, Hertwig affirme que ceux-ci se détachent aussitôt de l'ovule, n'étant retenus par aucune membrane, et se perdent dans l'ovaire : l'œuf ovarien des Oursins est en effet dépourvu de membrane vitelline.

Il nous reste, pour terminer la revue des travaux relatifs à la fécondation chez les Échinodermes, à signaler une série de notes (66-73) publiées tout récemment dans les Comptes rendus de l'Académie des sciences. Une note de Fol a soulevé une polémique entre lui, Pérez et Giard. Comme le dernier mot est resté à Fol, nous dirons brièvement en quoi consistent ses observations.

Chez l'Asterias glacialis (67), la dissolution dans le vitellus de la vésicule et de la tache germinatives et l'expulsion des globules polaires sont de simples phénomènes de nutrition de l'ovule, et le noyau de l'œuf ou *pronucléus femelle* n'a aucun lien génésique avec la tache germinative. Quand les spermatozoïdes arrivent au contact de l'œuf, ils restent avec le corps, empâtés dans l'enveloppe muqueuse. « Bientôt l'un d'entre eux est parvenu à se frayer un chemin à travers la moitié de l'épaisseur de cette couche, et aussitôt le vitellus présente des modifications remarquables. Avant qu'aucun contact ait eu lieu entre le zoosperme et le vitellus, le protoplasme de ce dernier s'amasse du côté qui fait face au spermatozoïde le plus rapproché, et y constitue une mince couche hyaline qui recouvre le vitellus granuleux;

puis cette couche transparente se soulève à son centre en une bosse qui s'avance à la rencontre de l'élément mâle. La bosse se change en un cône (*cône d'exsudation*), et bientôt on voit un mince filet de protoplasme établir la communication entre le sommet du cône et le corps du zoosperme. Ce dernier s'allonge et s'écoule pour ainsi dire dans le vitellus. La queue reste seule en dehors, où on peut la distinguer encore quelques minutes.

« Pendant ce temps, la couche hyaline superficielle gagne en étendue, et finit par envelopper tout le vitellus. Au moment où la communication avec le zoosperme est établie, cette couche se différencie très-nettement, et commence à se détacher de la surface du vitellus pour constituer une membrane vitelline. La différenciation de cette membrane gagne tout le tour du vitellus, en commençant par le point de fécondation, où il reste une sorte de petit cratère. Chez un œuf bien mûr et bien frais, tous ces phénomènes sont tellement rapides que l'accès du vitellus est barré à tout zoosperme qui serait de peu de secondes en retard sur le premier. La pénétration a lieu en un point quelconque de la surface du vitellus. La fécondation normale de l'Étoile de mer se ferait à l'aide d'un seul zoosperme par œuf, ce qui est tout à fait évident chez l'Oursin. »

En résumé, « le zoosperme exerce sur le vitellus non-seulement une attraction de contact, mais même déjà une attraction à distance. » A l'endroit où le corps du spermatozoïde a coulé dans le vitellus, se forme une tache claire entourée d'un système radié. Fol donne à ce système le nom d'*aster mâle*, et nomme *pronocleus mâle* un petit amas protoplasmique qui se forme dans le centre de cet aster mâle, et qui n'est autre chose que le noyau spermatique d'Hertwig.

Cette Revue était déjà presque entièrement achevée quand parut une note de Selenka (102), relative aux premiers phénomènes du développement du Toxopneustes variegatus. — La vésicule germinative disparaît du vitellus avant la maturité de l'œuf. Primitivement arrondie et centrale, elle commence par résorber sa tache germinative, puis s'approche de la périphérie en présentant des changements de forme incessants : le vitellus lui-même se contracte pendant ce temps-là. La vésicule germinative s'étrangle enfin pour former un globule polaire, et son lieu de sortie reste longtemps reconnaissable à une saillie du vitellus, la *bosse vitelline* (Dotterhügel). Au-dessous de celle-ci apparaissent alors dans la substance du vitellus quelques corps clairs qui se réunissent entre eux pour former le noyau de l'œuf; celui-ci s'enfonce alors dans le vitellus, mais reste toujours en dehors du centre et obliquement situé par rapport à la bosse vitelline. Selenka admet que les corps clairs qui se réunissent pour donner naissance au noyau de l'œuf proviennent du segment de la vésicule germinative resté dans l'œuf.

L'œuf est alors mûr et pondu. Il se compose du noyau de l'œuf, du vitellus finement granuleux, d'une mince enveloppe plasmatique douée de mouvements propres, et entourée elle-même d'une membrane très-délicate et d'une épaisse couche gélatineuse.

Généralement, un seul spermatozoïde suffit à féconder l'œuf. Il perce avec sa tête, dans la couche gélatineuse, un canal qui reste béant et par lequel il

ressort quelquefois. Le plus souvent, parvenu jusqu'au vitellus, il se dirige vers la bosse vitelline, dans laquelle il s'enfonce. La substance de l'enveloppe plasmatique s'amasse alors autour de sa tête sous forme de touffe, et, à mesure que le spermatozoïde pénètre plus profondément, cette touffe s'enfonce avec lui : il se forme ainsi une profonde dépression, du milieu de laquelle on voit la queue, qui devient bientôt immobile, s'avancer au dehors sous forme d'un fin filament.

Le spermatozoïde peut toutefois pénétrer dans l'œuf par n'importe quel autre point que la bosse vitelline, sans que pour cela le développement présente la moindre modification. Le développement est encore normal dans le cas où deux, trois, ou même quatre spermatozoïdes ont pénétré dans le vitellus.

Quand le spermatozoïde a pénétré à une certaine profondeur, ses mouvements propres cessent presque subitement, et dans l'intervalle d'une minute on voit se former autour de sa tête une figure rayonnée, qui bientôt s'étend dans tout le vitellus. Si plusieurs spermatozoïdes pénètrent en même temps dans l'œuf, il se forme pour chacun d'eux un soleil.

Le noyau de l'œuf se met alors en mouvement, et se dirige vers la tête du spermatozoïde, qu'il rencontre au centre de l'œuf. Le noyau de segmentation se forme ensuite : il provient de l'union du noyau de l'œuf avec le cou du spermatozoïde, qui s'est considérablement gonflé, au point d'atteindre le huitième de la grosseur du noyau de l'œuf.

V. — Arthropodes.

1° *Crustacés.*

Entomostracés. — Ed. van Beneden (76), étudiant l'œuf des Sacculines, famille de l'ordre des Rhizocéphales, a reconnu que le fractionnement du vitellus, qui commence peu après la ponte, est partiel. Mais il est d'abord total, et l'œuf est divisé en deux portions égales par un sillon perpendiculaire à son grand axe. La segmentation suivante se fait au contraire suivant le grand axe de l'œuf. On a ainsi quatre segments vitellins, dans chacun desquels le vitellus formatif se sépare alors du vitellus nutritif pour constituer le stade 8. Dès lors, la segmentation est irrégulière et incomplète.

Malacostracés. — Chez les Mysis, Ed. van Beneden a également trouvé la segmentation incomplète, mais elle se fait d'une autre manière que chez les Sacculines. Le premier phénomène qui marque le début du développement embryonnaire consiste dans une séparation partielle du protoplasme d'avec les éléments nutritifs du vitellus. Le protoplasme s'accumule à un pôle de l'œuf, et forme ainsi une zone peu étendue, aux dépens de laquelle naîtront les cellules blastodermiques.

Fritz Müller [1] a décrit, sous le nom de *membrane larvaire* (Larvenhaut), une membrane anhiste qui se forme autour de l'embryon des Isopodes dans les

[1] *Für Darwin*, p. 46.

premières phases du développement. Dohrn ([1]) et Sars ([2]), qui l'ont également observée, admettent qu'elle existe déjà autour de l'œuf, lorsque celui-ci pénètre dans la poche incubatrice. Mais van Beneden a vu au contraire, chez l'Asellus aquaticus, cette membrane se former lentement lorsque déjà l'œuf a séjourné longtemps dans la poche incubatrice sans subir aucune modification. « On voit apparaître dans la masse vitelline, à peu de distance de la surface, des points clairs entourés d'une auréole opaque, d'où partent en divergeant des lignes irrégulières, également opaques. Ces points, d'abord peu nombreux et situés à des distances égales les uns des autres, se multiplient par division; et on en aperçoit successivement deux, puis quatre, enfin huit sur une même moitié de l'œuf. Il n'est guère douteux que ces points clairs n'indiquent de véritables noyaux cellulaires. En ce moment, l'œuf est formé d'un certain nombre de cellules embryonnaires distinctes par leur noyau, mais confondues par leur contenu. C'est à ce moment qu'il se forme autour de la masse vitelline une membrane anhiste très-mince, qui est, à notre avis, une première membrane cuticulaire ; elle est probablement sécrétée par ces premières cellules, et représente en quelque sorte une première mue embryonnaire........

« Immédiatement après sa formation, on voit se produire, à la surface du vitellus, des sillons qui apparaissent à mi-distance entre deux noyaux cellulaires voisins. Ce phénomène se produit sur toute la surface de l'œuf, et ces sillons, peu profonds d'abord, s'avancent progressivement vers le centre de l'œuf, de façon à diviser la masse vitelline en autant de segments qu'il y avait de noyaux cellulaires au moment de leur apparition. »

Le blastoderme se forme donc, chez les Isopodes, à la suite d'un fractionnement incomplet et superficiel du vitellus, remarquable en ce que les premières phases du fractionnement font défaut.

Mayer (77) a reconnu que chez un Décapode macroure, l'Eupagurus Prideauxii, l'œuf pondu ne renferme pas de vésicule germinative. Mais, quelques heures après la ponte, on voit réapparaître un noyau dans l'œuf. A ce stade en succède un autre où on trouve deux noyaux ; plus tard encore, on en trouve quatre, puis huit, absolument comme chez l'Asellus aquaticus. Ces noyaux sont plongés chacun dans un amas protoplasmique qui est le centre d'un petit système radié. Ils sont régulièrement disposés, également espacés les uns des autres et à peu de distance de la périphérie du vitellus. C'est alors seulement que commence la segmentation : on n'obtient pas d'un seul coup huit cellules, comme c'eût été le cas chez l'Asellus, mais le vitellus se divise dichotomiquement. On a d'abord deux demi-sphères, puis quatre, et enfin huit segments égaux entre eux. Ces segments sont, du reste, complétement séparés les uns des autres jusqu'au centre de l'œuf, et, après durcissement, il est facile de les isoler. Si on considère un œuf de forme ellipsoïde, on se rend bien compte de quelle manière se fait la segmentation. On voit que le grand axe de l'œuf est dans les deux premiers plans de segmentation, mais est perpendiculaire au

([1]) *Die embryonale Entwickelung des Asellus aquaticus*, in Zeitschr. f. wiss. Zool., XVII, 1867.

([2]) *Hist. nat. des Crustacés d'eau douce de Norvége.* Christiania, 1867.

troisième. C'est encore au stade 8 qu'on voit le vitellus formatif sous forme de petits globes clairs se séparer du vitellus de nutrition.

Le premier changement appréciable dans l'œuf d'un Isopode, l'Oniscus murarius, au début du développement, consiste, d'après Bobretzky (78), en la séparation complète des deux sortes de vitellus. Le vitellus de formation s'amasse en un pôle de l'œuf, sous forme d'une masse sphérique, incolore et transparente, logée inférieurement dans une dépression que présente à sa surface le vitellus nutritif. Cette observation vient confirmer celle déjà rapportée plus haut de van Beneden chez les Mysis.

2° *Arachnides.*

Aranéides. — Le travail le plus important publié sur le développement des Aranéides est sans contredit celui de Balbiani (79). Cet auteur a observé la Tegeneria domestica, l'Agelena labyrinthica et quelques autres espèces d'Aranéides. L'œuf pondu ne renferme point de vésicule germinative, mais la *vésicule embryogène* [1] persiste dans la majorité des cas. Son contenu se compose de deux parties : à la périphérie, sous forme d'une mince couche, le vitellus de formation, constitué par des granulations arrondies, incolores, réfringentes; au centre, le vitellus de nutrition, composé d'un liquide dans lequel se trouvent de nombreux globules homogènes, peu réfringents, à volume très-inégal et d'une extrême mollesse.

Après la ponte, le vitellus se rétracte, en même temps qu'un liquide s'accumule entre lui et sa membrane d'enveloppe. La couche superficielle du vitellus suit d'abord régulièrement la masse centrale dans son retrait et continue à l'enserrer étroitement ; mais plus tard elle se contracte plus lentement que la

(1) La vésicule ou cellule embryogène est un corps formé de couches concentriques et logé dans l'intérieur du vitellus. Elle a été découverte chez les Aranéides par von Wittich, en 1845, puis étudiée par von Siebold en 1848, et par Carus en 1850. Leydig, dans son Traité d'histologie de l'homme et des animaux (1857) la signale et la figure (fig. 276). Elle est particulièrement facile à observer chez la Tegeneria domestica. Balbiani, qui l'a étudiée avec beaucoup de soin, a constaté encore sa présence chez les Crustacés, où Burmeister l'avait déjà vue en 1856; chez les Myriapodes, où elle avait aussi été entrevue par J. Lubbock, en 1861 ; chez les Mollusques (Helix pomatia et H. hortensis) ; chez les Insectes (Pucerons, Psylles, Cigales, Hyménoptères); chez les Poissons osseux, où van Bambeke (Journ. de l'Anat., X, 1874) la rencontra également; chez les Poissons cartilagineux et les Batraciens. Il l'a retrouvée encore chez les Oiseaux et jusque chez les Mammifères (Ecureuil, Vache, Chatte, Femme). Cette cellule embryogène ne serait autre chose, d'après Balbiani, qu'une cellule du follicule qui aurait pénétré dans l'œuf aux premiers moments de la formation de celui-ci et s'y serait métamorphosée. Cette cellule ne serait jamais renfermée complétement dans le vitellus, mais serait toujours coiffée par celui-ci comme le poumon est coiffé par la plèvre. La vésicule germinative, d'après la théorie de Balbiani, ne servirait qu'à la nutrition de l'embryon. La vésicule embryogène, au contraire, servirait seule à la formation de l'embryon et produirait, d'une manière générale, la partie plastique de l'œuf. En pénétrant dans l'épaisseur du vitellus, elle donne à l'œuf la puissance évolutive, par une sorte de *fécondation anticipée* ou de *préfécondation*, qui suffit pour que l'œuf accomplisse les premières phases de son développement ; mais rarement cette préfécondation est suffisante pour permettre à l'œuf d'aller jusqu'à la formation de l'embryon ; il faut habituellement que le spermatozoïde intervienne.

masse centrale, et les deux parties se séparent alors dans une étendue variable. La séparation n'est pourtant pas complète, car les globes vitellins dont se compose la masse centrale restent fixés en plus ou moins grand nombre à la face interne de la couche superficielle plastique.

Pendant ce temps-là, dans la couche de vitellus formatif, les granulations opaques se groupent en masses qui sont bientôt circonscrites par la substance hyaline intergranulaire sous forme de champs polygonaux. Les lignes qui limitent ces champs correspondent toujours aux interstices des masses vitellines sous-jacentes, et chacun d'eux renferme une de ces masses. Quand ce phénomène s'est produit sur toute l'étendue de l'œuf, on croirait se trouver en présence d'un blastoderme déjà tout formé. Mais alors seulement commence le fractionnement du vitellus formatif, qui se divise autour des éléments sous-jacents. En même temps, la couche superficielle de l'œuf continue à se contracter, et revient s'appliquer étroitement contre la masse centrale.

Les choses en restent là pendant un ou deux jours. Puis on voit apparaître entre le vitellus nutritif et la couche superficielle des taches diffuses et obscures qui sont les premiers noyaux des futures cellules blastodermiques. Ils exercent leur attraction sur les granules opaques de la couche périphérique ; la sorte de mosaïque régulière que formaient ceux-ci se disloque, et les granulations s'accumulent autour de ces noyaux sous forme d'une couche plus ou moins épaisse. Les cellules blastodermiques diminuent enfin de taille, grâce aux divisions successives dont elles sont le siége, et le blastoderme se trouve constitué.

Chez le Philodromus limbatus, Hubert Ludwig (81) a observé des faits qui diffèrent essentiellement de ceux que Balbiani nous a fait connaître. Le vitellus de l'œuf mûr ne renferme point de *noyau vitellin* (cellule embryogène), mais contient une vésicule germinative qui disparaît après la ponte. Il est formé d'une substance fondamentale, protoplasme finement granuleux dans lequel le deutoplasme est disposé sans ordre, sous forme de sphères de taille variable et très-réfringentes. Le développement s'annonce par la concentration du deutoplasme : les sphères deutoplasmiques se juxtaposent par deux, trois ou davantage, et par leur fusion constituent un assez gros corps cylindrique. Ce processus s'étendant à tout le vitellus, il en résulte la formation de *colonnes deutoplasmiques* (Deutoplasmasäulen) qui se disposent en rayonnant et dont l'ensemble présente l'aspect d'une *rosette.* Le centre de cette rosette coïncide avec celui du vitellus : il ne résulte point de la fusion des extrémités internes des colonnes deutoplasmiques, mais celles-ci sont reliées entre elles par une substance sombre et granuleuse qui n'est autre chose que du protoplasme.

Deux heures et demie environ après le début de ce processus, on constate que la rosette s'est divisée en deux moitiés égales, dans chacune desquelles les colonnes deutoplasmiques rayonnent encore autour du centre. Les deux *rosettes partielles* (Theilrosetten) ne sont plus sphériques, mais plan-convexes. Leur centre, placé plus près de la face plane que de la convexité, est encore occupé par du protoplasme. Plus tard encore, les deux rosettes partielles se divisent à leur tour, l'une après l'autre. On obtient ainsi quatre rosettes, dont la forme s'éloigne encore davantage de la forme sphérique : leur

face interne est devenue concave, leur face externe est toujours convexe. Puis la division des rosettes continue à se faire dichotomiquement, et chacune d'elles tend de plus en plus à prendre la forme d'un disque concave-convexe, au centre duquel on retrouve toujours du protoplasme granuleux. Quand il s'est ainsi formé environ trente-deux rosettes, on voit au centre de chacune d'elles la masse protoplasmique offrir un aspect écumeux, dû à la présence de petites vacuoles qui se fusionnent bientôt pour constituer un noyau.

Les rosettes partielles se rapprochent davantage de la phériphérie à mesure que leur nombre augmente ; elles finissent par s'entre-toucher, leurs colonnes se raccourcissent, puis disparaissent, et la forme de rosette disparaît en même temps : on a alors des éléments irrégulièrement polyédriques par pression réciproque, aux dépens desquels va se constituer le blastoderme, par la mise en liberté de la masse protoplasmique qui occupe le centre de chacun d'eux. Cette masse protoplasmique, située d'abord plus près de la face interne que de la face externe des rosettes, s'est rapprochée davantage de la face externe, par la suite des divisions de celles-ci, et finit par s'isoler avec le noyau qu'elle renferme. Ainsi se trouve constituée à la périphérie de l'œuf une couche de cellules qui, par leur multiplication ultérieure, donneront naissance au blastoderme.

Arthrogastres. — Chez les Pseudo-Scorpions du genre Chthonius, d'après les observations de Stecker (80), l'œuf ovarien près d'arriver à maturité ne possède pour enveloppe qu'une membrane vitelline ; son vitellus, en outre d'une vésicule germinative centrale, renferme des granulations de deux sortes, des grosses et des petites. Ces dernières sont également réparties dans toute la masse protoplasmique, tandis que les grosses granulations sont massées uniquement autour de la vésicule germinative. On trouve encore autour de la vésicule germinative de grosses sphères claires, d'aspect albumineux, auxquelles Stecker donne le nom de *sphères primaires de deutoplasme* (primäre Deutoplasmakugeln). Pendant qu'elles se forment, la vésicule germinative s'étire en fuseau et disparaît bientôt : on trouve alors à sa place une tache arrondie constitutée par les granulations du protoplasme. Plus tard, les sphères primaires de deutoplasme se fusionnent en partie, pour se résoudre ensuite en un grand nombre de sphères d'aspect graisseux et très-réfringentes, plus petites que les sphères primaires, et que Stecker appelle *sphères secondaires de deutoplasme* (secundäre Deutoplasmakugeln). Elles se disposent à la périphérie du vitellus, et c'est seulement après leur production que l'œuf est arrivé à maturité et est pondu. Pendant qu'il parcourt le canal de l'ovaire, il s'entoure d'une seconde enveloppe. La segmentation qui débute ensuite est d'abord totale et régulière. Mais au stade 8, le vitellus formatif se sépare du vitellus nutritif, sous forme de petites sphères protoplasmiques qui se multiplient alors rapidement pour constituer le blastoderme.

Acariens. — Dans sa remarquable étude sur les Acariens (82), Claparède nous signale, comme conduisant à la formation du blastoderme chez le Tetranychus telarius, de remarquables phénomènes. L'œuf pondu est dépourvu de vésicule germinative. Le premier signe du développement est l'apparition, en un point quelconque de la surface du vitellus, d'un amas de fines granulations

réfringentes, au milieu desquelles se voit une tache claire et arrondie. Cette tache est un noyau; l'amas lui-même est une cellule sans membrane d'enveloppe et à protoplasma granuleux. Cette cellule constitue à elle seule le vitellus formatif, et en se divisant dichotomiquement produira le blastoderme. Chacune des cellules-filles est à peine plus petite que la cellule primitive, ce qui ne peut s'expliquer qu'en admettant une augmentation de la substance du vitellus formatif aux dépens du vitellus de nutrition. — Il ne se produit point de globules polaires.

Grimm (83) a observé des faits analogues chez le Tyroglyplus siro, et, bien qu'il n'ait plus trouvé de vésicule germinative dans l'œuf pondu, il admet pourtant qu'elle persiste. Bien plus, « elle se diviserait en *noyaux germinatifs* (Keimkerne), qui par leur réunion forment un globe germinatif beaucoup plus volumineux que la vésicule germinative elle-même. Ce globe se porte à la périphérie de l'œuf, et de là distribue par toute la surface du vitellus les noyaux qui le constituent, et qui deviennent alors les noyaux du blastoderme en voie de formation. »

3° *Insectes.*

Hyménoptères. — Ganin (84) a pu observer chez le Platygaster les phénomènes qui aboutissent à la formation du blastoderme.

L'œuf avant le développement est allongé, porté par un pédicule homogène dans toutes ses parties, et présente en son centre une masse vitelline granuleuse. Quand il commence à se développer, il change de forme, grossit, s'arrondit et se présente sous l'aspect d'une masse renfermant en son centre une cellule sans membrane, munie d'un noyau nucléolé. En même temps le pédicule offre de distance en distance des étranglements, dus à ce que son protoplasma s'est converti en un liquide qui se condense par places en gouttelettes très-réfringentes.

Un peu plus tard, la cellule centrale se divise, et donne naissance à une seconde cellule qui se divise à son tour. Chacune de ces deux dernières cellules se porte vers un pôle de l'œuf, tandis que la première reste au centre. Ces trois cellules que renferme alors l'œuf sont séparées par l'ancienne substance fondamentale du vitellus, qui joue maintenant le rôle de substance intercellulaire.

La cellule centrale, en se multipliant par la suite du développement, formera le corps de l'embryon. Les deux cellules périphériques se multiplient aussi pour donner naissance à une enveloppe embryonnaire, l'amnios. Elles se multiplient toujours par division dichotomique. Mais la cellule centrale se multiplie par formation cellulaire endogène : son noyau se divise en deux, trois nouveaux noyaux, qui s'entourent de protoplasma, et se convertissent en cellules-filles situées à l'intérieur de la cellule-mère, et qui vont se diviser rapidement. A la fin de ce processus, on trouve dans la cellule-mère un petit amas sphérique de douze à quinze cellules arrondies et transparentes. La substance fondamentale de la cellule-mère se liquéfie alors, et, plus tard, les cellules périphériques de l'amas cellulaire central se différencient en prenant une forme

polyédrique, se juxtaposent intimement, et constituent ainsi le blastoderme.

Chez la Formica fusca, suivant d'autres observations de Ganin (85), le développement s'annonce par une condensation du vitellus suivant son grand axe, phénomène qui a pour résultat la formation à chaque pôle de l'œuf d'un espace libre entre le vitellus et sa membrane. Le blastoderme commence à se former aussitôt après, en débutant par le pôle postérieur. On voit se former à la surface du vitellus un grand nombre de saillies (Ausbuchtungen) pressées les unes contre les autres ; du pôle postérieur, elles se propagent sur toute la périphérie de l'œuf. Chacune de ces saillies correspond à une petite formation sphérique, qui n'est autre chose qu'une cellule blastodermique. L'apparition de chaque saillie est précédée toujours de celle d'un noyau formé de protoplasme vitellin. — Le blastoderme se forme donc dans ce cas absolument de la manière décrite par Balbiani (87) chez les Pucerons.

Hémiptères. — Metschnikoff (86) a vu dans le pseudo-œuf des Aphides la vésicule germinative perdre sa tache germinative et s'approcher de la périphérie. Mais elle ne disparaîtrait point, et prendrait part à la segmentation.

Chez les Pucerons, Balbiani (87,88) a vu disparaître la tache, puis la vésicule germinative. Pendant ce temps-là, quelques noyaux se montrent à la surface du vitellus, et, condensant autour d'eux la substance homogène et ransparente dont se compose celui-ci, constituent chacun une cellule blastodermique.

Les noyaux des cellules blastodermiques du pseudo-œuf des Aphides, seraient le produit de la division d'un noyau unique, comme Bütschli (9) l'a observé. Mais il reste à savoir si ce noyau est identique à la vésicule germinative et s'il n'est que celle-ci tranformée. On trouve dans certains pseudo-œufs deux petits noyaux reliés l'un à l'autre par un faisceau de fibres délicates. Cette observation tendrait donc à prouver qu'ici le mode de division du noyau est le même que celui que nous avons déjà décrit tant de fois, notamment chez les Hirudinées et les Echinodermes. Il faudrait en conclure que la vésicule germinative disparaît, et que le noyau qui présente ces intéressants phénomènes est de nouvelle formation, et n'a avec elle aucun lien génétique. Bütschli n'a point vu se former des globules polaires.

Diptères. — Oscar Grimm (89) a vu la vésicule germinative persister dans l'œuf des Diptères et se diviser pour donner naissance, dans le corps de la femelle, aux noyaux germinatifs. L'œuf est alors pondu, son vitellus se rétracte un peu aux deux pôles, puis le protoplasme se sépare du deutoplasme et vient former à la surface une couche homogène, à laquelle Weissmann [1], qui avait déjà observé ce fait, a donné le nom de *blastème du blastoderme* (Keimhautblastem). Depuis Grimm, Balbiani (88) a observé aussi dans l'œuf des Aphides une couche germinative ou embryogène.

Quand la séparation des deux vitellus est complète, on voit apparaître au pôle inférieur de l'œuf un noyau qui s'entoure d'un peu de vitellus plastique, et tombe dans l'espace laissé libre entre le vitellus et sa membrane, pour

(1) *Die Entwicklung der Dipteren im Ei, nach Beobachtungen an Chironomus, Musca vomitoria und Pulex canis.* In Zeitschr. f. wiss. Zool. XIII, 1863.

devenir la *cellule polaire* (Polzelle). Mais on ne tarde pas à avoir quatre cellules polaires, car la cellule primitivement unique se divise bientôt en deux moitiés, qui se divisent à leur tour (¹). Pendant la formation de la première cellule polaire, les noyaux germinatifs, qui ont pris naissance par le fractionnement de la vésicule germinative, passent du vitellus nutritif dans la couche superficielle de vitellus formatif, et là, s'entourant de vitellus de formation, se changent en noyaux des cellules blastodermiques.

Chez l'Apis mellifica, Kowalewsky (56) a observé des phénomènes semblables à ceux que Ganin (85) avait déjà vus chez les Hyménoptères.

O. Bütschli (9) a constaté que chez la *Musca vomitoria*, et aussi chez un Papillon, le noyau se métamorphose en un noyau strié en long. Chez le Papillon, il a retrouvé avec tous les caractères la lame nucléaire équatoriale : elle faisait défaut chez la Mouche, mais les fibres du noyau fusiforme montraient des épaississements locaux, irrégulièrement distribués. Le rayonnement du protoplasme autour des extrémités du noyau était aussi très-net. C'est des extrémités de ce noyau que proviennent peu à peu les noyaux des cellules blastodermiques.

VI. — MOLLUSQUES.

Lamellibranches. — Flemming (93, 94) n'a point vu de membrane vitelline propre dans l'œuf fécondé des Naïades : le chorion serait la seule enveloppe de l'œuf. Il n'y a point de vésicule ni de taches germinatives ; on observe seulement une partie claire au centre du vitellus. Celui-ci ne remplit point entièrement le chorion, mais il est attaché au pôle supérieur et adhère au micropyle, qui se trouve ainsi bouché. A la base du canal micropylaire se trouve un corps aplati, jaunâtre, qui serait l'analogue de la cellule polaire des Insectes, et qui jouerait un rôle important dans le développement des ovaires.

Le premier phénomène qui suit la fécondation est la formation du globule polaire. On voit se produire au pôle inférieur un amas de substance claire et non granuleuse, qui proémine bientôt sous forme de segment de sphère, puis s'étire en un cône dont le sommet est surmonté pendant quelque temps d'une sorte de papille, autour de laquelle se montrent bientôt des prolongements très-aigus. Ces prolongements ont l'aspect de pseudopodes, mais sont dépourvus de mouvement actif. Ils disparaissent ainsi que la papille quand le globule polaire est tout entier excrété. La substance de celui-ci est pâle : il se teint vivement par les réactifs, ce qui n'est point alors le cas pour les autres parties de l'œuf, et il est d'une consistance plus ferme que le vitellus ou même que l'ancienne vésicule germinative. Le globule polaire n'est ni la vésicule germinative ni la tache germinative, puisque ces formations ont déjà disparu quand il prend naissance ; mais il est possible qu'il soit composé de la substance qui les constituait.

(¹) Ces cellules polaires des Insectes ne sont aucunement les analogues des globules polaires des autres animaux. On sait, en effet, depuis les observations de Metschnikoff, qu'elles sont destinées à former les organes sexuels de l'embryon.

Pendant la sortie du globule polaire, le vitellus présente des mouvements sarcodiques, et semble pétri tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre ; le globule polaire croît pendant chacun de ces mouvements. Un peu plus tard, Flemming trouve deux globules polaires, mais il ignore de quelle manière s'est formé le second: l'un de ces deux globules repose sur le vitellus, l'autre sur le premier. Puis leur contour s'épaissit en membrane, et à leur intérieur se montrent un ou plusieurs corpuscules anguleux, mal délimités et très-réfringents.

Pendant ce temps, d'importantes modifications se sont opérées dans l'œuf; à la périphérie, les granulations vitellines sont régulièrement réparties, mais au centre on retrouve la figure karyolytique d'Auerbach. Après l'action de l'acide osmique et du carmin, Flemming a vu, au centre de chaque soleil, un corpuscule arrondi et de grosseur variable, coloré fortement, et qu'il considère comme un reste du noyau.

Hertwig (51) fait remarquer avec raison que cette interprétation n'est pas exacte, et que le corpuscule qui se trouve entre les deux étoiles correspond à la lame nucléaire, tandis que ceux qui se trouvent au centre de chaque soleil représentent les extrémités du noyau fusiforme.

Au stade suivant, le vitellus devient piriforme et les globules polaires ne se trouvent point au niveau de l'étranglement, mais restent fixés à la plus grosse moitié. Cet aspect correspond au début de la segmentation, qui a pour résultat la production de deux cellules très-inégales, qui, une ou plusieurs heures après leur production, s'affaissent l'une sur l'autre, en même temps que se montrent entre elles une partie claire, non granuleuse, qui serait le premier rudiment de la cavité de segmentation ou de la cavité intérieure (Binnenhöhle) du vitellus, et dont la substance est une masse molle et visqueuse. La suite de la segmentation est très-irrégulière.

Peu après les travaux de Flemming parut un important mémoire de Rabl (95) sur le développement de l'Unio pictornm. Les plus jeunes œufs que cet auteur a eu l'occasion d'examiner ne présentaient point de noyau ; ils étaient sur le point de se détacher du micropyle, et étaient encore retenus à lui par leur pôle végétatif au moyen d'une saillie qui, comme le reste du vitellus, était pénétrée d'un nombre considérable de granulations. Quand le vitellus s'est détaché du micropyle, cette saillie diminue de volume, les granulations qu'elle contenait refluent vers le vitellus, et elle présente l'aspect d'une petite masse homogène; puis elle disparaît, et la surface du vitellus redevient lisse.

Pendant que ces phénomènes s'accomplissent au pôle supérieur ou végétatif, les globules polaires se produisent au pôle animal. On voit en cet endroit un petit corpuscule sphérique, à peu près dépourvu de granulations et appliqué contre la surface du vitellus. Le point du vitellus sur lequel il repose est lui-même constitué par un amas de protoplasma transparent et non granuleux. Bientôt cet amas protoplasmatique augmente d'étendue, puis se soulève en formant une petite sphère, s'étrangle à sa base et s'isole. On a dès lors deux globules polaires : jamais il ne s'en forme davantage, jamais non plus il ne s'en forme moins.

Au stade suivant commence la segmentation. Elle s'annonce par un chan-

gement de forme du vitellus, qui s'étire suivant le plan équatorial, et prend ainsi l'aspect d'une sphère aplatie à ses pôles. Plus tard encore, Rabl a constaté au centre de l'œuf la présence d'une figure karyolytique; mais, à cause du grand nombre de granulations dont le vitellus est infiltré, il n'a pu en étudier suffisamment le mode de formation. Il a observé aussi entre les deux premières sphères de segmentation une couche de protoplasma non granuleux, mais il ne la considère point avec Flemming comme le premier rudiment de la cavité de segmentation : on rencontre en effet un aspect semblable chez certains Gastéropodes, dès le début de la segmentation, et la cavité de segmentation se produit chez ceux-ci beaucoup plus tard que chez les Naïades.

Chez la Tellina, suivant Hertwig (53), les globules polaires ou vésicules de direction (Richtungsbläschen) se forment de la même manière que chez les Hirudinées. Ils prennent naissance aux dépens d'un *fuseau de direction* (Richtungsspindel) qui déjà est visible à la surface du vitellus avant la fécondation; ils ne sont toutefois excrétés qu'après l'action des spermatozoïdes. Ici encore le noyau de segmentation est le résultat de la conjugaison de deux noyaux.

Ptéropodes. — Fol (96, 97) a trouvé le vitellus des Ptéropodes après la fécondation dépourvu de membrane et de nucléus. Il comprend une portion purement formative, uniquement composée d'un protoplasme finement ponctué, et une portion constituée en majeure partie de substance nutritive. La partie protoplasmique occupe l'un des pôles du vitellus, et est presque sphérique; la partie deutoplasmique a par conséquent une forme de ménisque convexo-concave, dont la concavité répond à la forme arrondie de la partie plastique. Langerhans (98) a retrouvé chez les Opisthobranches une disposition analogue.

La formation des globules polaires se fait d'une manière analogue à celle que nous avons déjà observée chez la Nephelis. On observe en effet au centre du protoplasme une *étoile* (système radié, soleil) qui bientôt s'allonge et se dédouble. L'une des deux étoiles ainsi formées continue à occuper le centre du protoplasme, tandis que l'autre atteint la surface, qu'elle soulève en un petit mamelon, et se sépare entièrement sous forme de *corpuscule de rebut*. Bientôt après sa sortie du vitellus, ce corpuscule se divise en deux moitiés généralement inégales, qui ne tardent pas à se différencier dans leur intérieur pour se montrer composés d'un noyau et d'un protoplasma.

Quant à l'étoile qui est restée au centre du protoplasme, elle disparaît peu à peu et, bientôt après sa disparition, le noyau de segmentation se constitue, et on voit se produire alors les phénomènes bien connus qui aboutissent à la segmentation.

Fol refuse d'accorder à l'étoile qui est sortie du protoplasme la signification de globule polaire, et il l'appelle *corpuscule de rebut* ou *corpuscule excrété*. Il pense en effet que son rôle est nul dans la suite du développement. « Il peut être important pour le vitellus, dit-il, de se débarrasser de certaines matières devenues superflues, et l'expulsion de cette matière peut avoir lieu en un point constant sans que nous devions y voir autre chose qu'une simple excrétion. » Strasburger partage l'avis de Fol, mais après les observations de

Bütschli et d'Hertwig, nous devons admettre que ces formations ont bien réellement la signification de globules polaires.

Hétéropodes. — Aussitôt après la ponte, Hertwig (53) a vu au centre de l'œuf de Pterotrachæa un noyau de même taille que la vésicule germinative, mais dépourvu de nucléole. L'acide acétique fait apparaître dans la substance coagulée de la vésicule germinative un corps fibreux fusiforme, qui atteint par ses extrémités les deux pôles de la vésicule, et autour des extrémités duquel le protoplasme rayonne. Plus tard, la membrane de la vésicule germinative disparait, les parties de sa substance qui n'ont point contribué à la formation du noyau fusiforme se dissolvent dans le vitellus. Le fuseau de direction se trouve ainsi mis en liberté, et se rapproche alors de la surface pour former les deux globules polaires, de la façon déjà décrite pour les Hirudinées et les Lamellibranches. Au-dessous du lieu de sortie des globules polaires, on voit ensuite apparaître un noyau de l'œuf et un noyau spermatique, qui se fusionnent pour constituer le noyau de segmentation. Le *fuseau de segmentation* ou *de division* (Furchungs-, Theilungsspindel) se forme aux dépens de ce dernier, absolument de la même manière que le fuseau de direction s'est formé aux dépens de la vésicule germinative, c'est-à-dire qu'une partie seulement du suc nucléaire se différencie en un corps fusiforme strié suivant sa longueur, tandis que l'autre partie se mêle au vitellus. Le fuseau devenu libre gagne alors le centre de l'œuf, et présente les modifications qui amènent la segmentation.

Hertwig a encore observé des phénomènes identiques à ceux-ci chez une Gymnobranchie, le Phyllirhoë bucephalum.

Cténobranches. — Selenka (99) a vu chez le Purpura lapillus, pendant la première période de la segmentation, des parcelles du vitellus se détacher et se couvrir de cils vibratils. Von Nordmann ([1]) avait pris pour des parasites, qu'il appela Cosmella, ces parcelles vitellines nageant au hasard dans l'albumen de l'œuf, à l'aide de leurs longs cils. On les rencontre aussi chez un Opisthobranche, le Tergipes claviger (100), où elles peuvent être si nombreuses que la masse formative en soit réduite de moitié; l'embryon auquel cette dernière donne naissance est toutefois identique à celui qui se forme aux dépens de la presque totalité du vitellus.

Bobretzky (101) a aussi trouvé dans l'œuf de la Nassa mutabilis le vitellus nutritif complétement séparé du vitellus plastique. Ce dernier, que surmontent deux globules polaires munis chacun d'un noyau, est accumulé au pôle supérieur de l'œuf; on voit à son intérieur une figure karyolytique, ce qui indique bien que l'œuf va se segmenter. On voit en effet l'œuf s'étrangler pour se diviser en deux moitiés inégales, et, tandis que ce premier sillon gagne en profondeur, l'hémisphère supérieur de l'œuf se divise aussi par un sillon perpendiculaire au premier. Quand ce processus est achevé, on se trouve en présence de trois sphères de segmentation : les deux supérieures sont petites, égales entre elles, et sont constituées mi-partie par du proto-

([1]) *Versuch einer Monographie des Tergipes Edwardsii.* in Mém. présentés à l'Acad. de Saint-Pétersbourg, IV, 1844.

plasme, mi-partie par du deutoplasme; la sphère de segmentation la plus inférieure est très-volumineuse et formée tout entière de vitellus nutritif.

Bientôt après l'un des blastomères s'applique étroitement contre le gros et se fusionne peu à peu avec lui : l'œuf ne se compose plus alors que de deux sphères de volume très-inégal, mais renfermant chacune une égale quantité de vitellus plastique. Un peu plus tard, la sphère de segmentation qui s'était unie au plus gros blastomère s'isole de nouveau, et, tout en s'isolant, se divise en deux moitiés égales ; la petite sphère restée libre se segmente aussi pendant ce temps-là : on obtient de la sorte un stade 5 constitué par une grosse sphère deutoplasmique que couronnent quatre sphères plus petites ; ces dernières sont encore composées mi-partie de vitellus nutritif, mi-partie de vitellus formatif, et le point vers lequel elles convergent correspond au lieu d'insertion des globules polaires. On voit ensuite se reproduire une dernière fois un phénomène qui nous est déjà connu : l'une des quatre petites sphères se fusionne avec la grosse.

Ce curieux phénomène de fusionnement des sphères de segmentation ne se reproduit plus chez la Nassa mutabilis par la suite de la segmentation. Il n'est pas hors de propos de faire remarquer ici que Lovén [1] l'avait déjà observé chez les Lamellibranches.

Gastéropodes pulmonés. — Si on examine des œufs de Limnaeus auricularis et de Succinea Pfeifferi fraîchement pondus, on trouve, d'après Bütschli (9), que le vitellus n'est pas sphérique, mais aplati de haut en bas. Son pôle supérieur est remarquable par ce qu'il se soulève en forme de saillie et par ce qu'il est composé de protoplasma clair et non granuleux. On observe en outre au centre de l'œuf une figure karyolytique dont l'axe correspond au plus petit diamètre de l'œuf. Ce double système radié s'approche bientôt du pôle supérieur, et sort du vitellus pour former deux globules polaires, de la même manière que chez les Hirudinées.

Quand l'un des soleils de la figure karyolytique a été excrété pour former le premier globule polaire, on constate au voisinage du centre de l'œuf la présence d'un autre soleil qui, de même encore que chez la Nephelis, est de formation nouvelle.

Après la production du second globule polaire, il se forme à son niveau à la surface du vitellus une petite dépression au fond de laquelle il repose. Audessous, la masse protoplasmique a disparu, et on voit à sa place un certain nombre (9 ou quelquefois davantage) de petits noyaux intimement unis les uns aux autres, et ce processus aboutit à la production d'un seul noyau, qui, comme les noyaux dont il dérive, renferme un grand nombre de corpuscules réfringents. Ce noyau est le noyau de la première sphère de segmentation.

On voit alors à chacune des extrémités de son diamètre transversal se produire un soleil, dont les rayons entourent une substance centrale claire. Ces rayons grandissent en même temps que le noyau s'allonge et que son contenu se différencie en fibres longitudinales. Le noyau se transforme ainsi en fuseau

[1] *Bidrag till Kännedomen om Utvecklingen af Mollusca Acephala Lamellibranchiata.* in Kongl. Vetenskaps-Akademiens Handlingar för är 1848.

de segmentation : ses fibres s'accentuent davantage, présentent bientôt au milieu de leur longeur la lame nucléaire, et, pendant que ces phénomènes s'accomplissent, les corpuscules réfringents que renfermait le vitellus disparaissent peu à peu. Ce vitellus se divise enfin en deux moitiés égales.

VII. — Poissons.

Si nous cherchons à passer en revue les travaux qui concernent les premières phases du développement observées chez les Vertébrés, nous nous trouvons en présence d'un nombre de publications relativement beaucoup moins grand que celui que nous avons déjà rencontré pour les Invertébrés. Cette différence tient à ce que l'œuf des Vertébrés, à cause de son volume considérable, est difficilement observable, ou bien, plus particulièrement, en ce qui concerne les Oiseaux et les Mammifères, à la difficulté que l'on éprouve à se procurer en nombre suffisant les matériaux nécessaires à l'étude.

Téléostiens.

Acanthoptérygiens. — Les seules publications qui nous intéressent, dans l'immense littérature relative au développement des Poissons, sont celles des observations d'Oellacher chez la Truite.

Quand l'œuf de la Truite (104) abandonne le follicule, il est entouré d'une membrane épaisse et résistante, la coque de l'œuf (Eischale), que remplit incomplétement le vitellus, et qui, à cause de cela, présente des plis à sa surface. Mais dès que l'œuf a séjourné quelques secondes dans l'eau, cette membrane se tend, parce que l'eau pénètre à son intérieur en passant par le micropyle et par les canalicules poreux dont elle est traversée. Le vitellus plonge dès lors dans l'eau, mais n'est cependant point imbibé par elle, autrement il se coagulerait; une membrane vitelline est en effet interposée entre le vitellus et l'eau dans laquelle il baigne. L'existence de cette membrane, affirmée jadis par C. Vogt (¹) et Aubert (²), mais niée par Leuckart (³) et Reichert (⁴), est démontrée d'une manière incontestable par Oellacher. Cette membrane, homogène ou légèrement granuleuse, renferme dans sa substance même des gouttelettes graisseuses, assez uniformément distribuées.

Le vitellus de nutrition se présente sous l'aspect d'une masse homogène dans laquelle s'enfonce un nombre considérable de canaux plus ou moins larges, mais en général très-étroits; ces canaux débouchent à la surface du vitellus,

(¹) *Embryologie du saumon*, in Agassiz, *Hist. nat. des Poissons d'eau douce de l'Europe centrale*, 1842.

(²) Zeitschr. f. wiss. Zool., V, 1854.

(³) Arch. f. Anat. und Physiol., 1855.

(⁴) *Ueber die Mikropyle der Fischeier und über einen bisher unbekannten, eigenthümlichen Bau des Nahrungsdotters reifer und befruchteter Fischeier* (*Hecht*), in Muller's Arch. f. Anat. u. Physiol., 1856.

au-dessous de la membrane vitelline, et s'enfoncent en rayonnant dans l'épaisseur de celui-ci.

Quand l'œuf vient de quitter le follicule et qu'il n'a pas encore subi le contact de l'eau, il est impossible d'observer à sa surface le vitellus de formation qu'on y rencontrera plus tard sous forme d'un corps amiboïde. Mais, dès que l'œuf, fécondé ou non, a été pondu dans l'eau, l'endroit où apparaîtra le vitellus plastique est bientôt rendu manifeste par ce fait, que les vésicules graisseuses s'y amassent en plus grande quantité. Celles-ci constituent d'abord par leur ensemble un disque circulaire ; mais bientôt on remarque que ce disque se déprime de plus en plus à son centre, de manière à former une cupule que vient remplir une masse douée de lents mouvements amiboïdes, le vitellus plastique, cicatricule ou germe (Keim).

Oellacher se trouve conduit à admettre que le vitellus formatif et la membrane vitelline sont de même nature, que le vitellus formatif n'est qu'une partie de cette dernière, mais une partie qui a un certain moment se condense en une masse plus ou moins globuleuse et se segmente : « Il est encastré dans la membrane vitelline comme la cornée l'est dans la sclérotique, et leurs substances, bien que de propriétés chimiques différentes, passent de l'une à l'autre.

« La membrane vitelline de l'œuf de la Truite n'est donc comparable ni à la membrane vitelline de l'œuf de Poule, ni à celle de l'œuf des Batraciens, ni à la zone pellucide de l'œuf des Mammifères. Toutes ces formations sont des produits de l'épithélium du follicule et enveloppent tout à la fois le vitellus plastique et le vitellus nutritif. La membrane vitelline de l'œuf de Truite n'enveloppe que le vitellus de nutrition. »

C'est lorsque le vitellus plastique s'est accumulé, comme nous venons de le voir, à la surface du deutoplasme, et alors que la fécondation n'a pas encore eu lieu, que la vésicule germinative disparaît. Oellacher décrit dans un autre travail (103) les métamorphoses qu'elle subit alors dans l'œuf de Truite, et, généralisant les phénomènes qu'il a observés, il pense que la disparition de cette vésicule s'accompagne des mêmes manifestations dans toute la série des Vertébrés. Les conclusions de son travail sont les suivantes :

« 1° La vésicule germinative des œufs de tous les Vertébrés se rapproche de plus en plus de la surface du germe, à mesure que ces œufs se rapprochent de la maturité complète.

« 2° Plus ou moins tôt, avant la fécondation, la vésicule germinative de tous les œufs de Vertébrés est expulsée du germe, et vient alors se placer entre celui-ci et la membrane de l'œuf.

« 3° Tout ce déplacement de la vésicule germitative est très-probablement causé par les contractions du vitellus.

« 4° La vésicule germinative se segmente dans l'œuf des Mammifères, pendant son expulsion ou peu après.

« 5° Dans l'œuf de Truite, l'expulsion de la vésicule germinative est précédée de la déchirure de sa membrane à la surface du vitellus; cette membrane, après avoir vidé son contenu, reste encore quelque temps comme un voile étendu à la surface du vitellus, et finit par disparaître à son tour.

« 6° Dans aucun œuf de Vertébré, la vésicule germinative n'a de relations génésiques avec les noyaux des premières sphères de segmentation ; ceux-ci en sont tout à fait indépendants. »

La segmentation de l'œuf de Truite (104) se fait suivant le type qui a déjà depuis longtemps été observé chez les Poissons osseux. Elle est précédée de la formation d'un noyau de segmentation ; il se forme dans le vitellus plastique « un nouveau noyau, dont le diamètre est de 80 μ et qui renferme un corpuscule mesurant 40 μ. Ce noyau n'a aucune relation avec l'ancienne vésicule germinative et est par conséquent de formation nouvelle. Il semble encore, avant la segmentation, se diviser en un certain nombre de noyaux plus petits qui se répartissent plus tard entre les premières sphères de segmentation, de telle sorte que chacune d'elles renferme un amas d'environ douze petits noyaux. La division nucléaire précède donc, dès le début, la division cellulaire et le nombre des noyaux a déjà avant le commencement de la segmentation atteint un chiffre que le nombre des blastomères n'atteint guère qu'à la quatrième segmentation. Mais la division nucléaire ne s'arrête point jusqu'à ce que les blastomères de quatrième génération se soient produits ; au contraire, les amas de noyaux se retrouvent encore fréquemment, après la troisième segmentation et jusqu'aux segmentations les plus tardives, constitués d'un nombre aussi grand d'éléments et ce n'est qu'à la fin de la segmentation qu'ils font place à des noyaux de plus en plus simples. »

Oellacher a donné une fausse interprétation des phénomènes dont il a été témoin. Bütschli (9) a en effet montré qu'après chaque segmentation, un aspect semblable à celui des amas de noyaux décrits par Oellacher se produit au moment où chaque moitié du fuseau de segmentation se transforme en noyau-fille ; il a montré en outre que cet aspect est dû à ce que les divers granules de la zone de condensation commencent sur plusieurs points en même temps à absorber du suc nucléaire et à se transformer ainsi en vacuoles : celles-ci du reste se fusionnent plus tard en un noyau unique. Chaque amas de noyaux d'Oellacher correspond donc à un seul noyau-fille.

Trois ans après la publication des travaux d'Oellacher, Gerbe (105) a constaté également que, chez les Poissons osseux, la cicatricule ne se forme qu'après la ponte, indépendamment, de la fécondation. Elle se montre vers le point par où pénètrent les spermatozoïdes, c'est-à-dire vers le micropyle.

VIII. — Batraciens.

Urodèles. — Nous avons vu à différentes reprises, dans les chapitres qui précèdent, que le spermatozoïde pénètre bien réellement dans l'œuf pour accomplir l'acte de la fécondation. Chez les Batraciens, il en serait de même, à en juger par les observations suivantes de van Bambeke (106) :

Sur des œufs fécondés d'Axolotl, cet auteur a vu immédiatement après la ponte, à la surface du vitellus, des espèces de fossettes ou de trous : ils occupent les deux hémisphères, mais surtout le supérieur ; leur nombre est variable, tantôt il n'en a qu'un, tantôt il il en a jusqu'à douze. Ces trous vitellins, disposés sans ordre apparent, se retrouvent chez tous les Urodèles, et aussi chez

les Anoures. On ne les trouve jamais avant la ponte et en dehors de la fécondation.

En faisant des coupes sur des œufs durcis, on peut les suivre depuis leur origine à la périphérie de l'œuf jusqu'à leur terminaison dans l'intérieur du vitellus. On remarque alors deux parties distinctes, un conduit et une dilatation, sorte de *nucléus,* à laquelle aboutit le conduit. Ces conduits sont plus ou moins courts, plus ou moins rectilignes. Leur trajet est indiqué par une coloration plus foncée, manifestement due à la pénétration du pigment de la couche corticale dans l'intérieur du vitellus ; la zone foncée de l'hémisphère supérieur semble suivre ce mouvement.

La dilatation terminale a une forme ovalaire, le grand axe de l'ovale prolongeant celui du conduit lui-même. Elle se distingue par sa coloration plus claire ; un pigment foncé, semblable à celui de la traînée, ne se retrouve qu'à la périphérie de la dilatation nucléaire ; tout autour de celle-ci est une espèce de zone formée par des stries rayonnantes de la substance vitelline ; l'étendue de cette zone équivaut à peu près à la plus grande longueur de la dilatation elle-même. La zone périnucléaire est généralement plus pâle que le vitellus qui l'entoure. Enfin, on voit souvent une sorte de nucléole au centre de la dilatation.

Tel est l'aspect à l'hémisphère supérieur. L'hémisphère inférieur ne présentant pas de pigment à sa périphérie, les trous vitellins y ont une coloration moins foncée.

L'aspect général des conduits, leur petit diamètre, la présence du pigment *entraîné,* mettent hors de doute que ces trous sont dus à la pénétration d'un corps étranger dans l'intérieur du vitellus, et ce corps étranger est le spermatozoïde. — Un autre fait, qui vient encore confirmer cette supposition, et dont van Bambeke a méconnu la valeur, c'est qu'autour de la dilatation terminale, véritable noyau spermatique, on retrouve dans le vitellus une disposition rayonnée.

Anoures. — Suivant Götte (107), la vésicule germinative de l'œuf du Bombinator igneus ne quitte point le centre du vitellus. Elle expulse une partie du liquide qu'elle contient, et celui-ci, qui s'amasse provisoirement contre elle au centre de l'œuf, doit seul, au temps de la maturité, gagner le pôle sombre [1], traverser la couche pigmentaire elle-même, et venir ainsi former une

(1) On sait en effet que l'œuf des Batraciens, et spécialement celui de la Grenouille, n'est point dans toute son épaisseur également pénétré par les granulations pigmentaires. Celles-ci, comme si elles tendaient à se tourner vers la lumière, s'amassent à la périphérie de l'hémisphère supérieur de l'œuf, tandis que l'hémisphère inférieur en est totalement ou presque totalement dépourvu. Il résulte de ce fait que l'hémisphère supérieur de l'œuf de la Grenouille est fortement coloré en noir, tandis que l'hémisphère inférieur reste clair.

Auerbach (*Ueber die Einwirkung des Lichtes auf befruchtete Froscheier,* in Centralblatt f. d. med. Wissensch. n° 23, 1870), a remarqué que la lumière du jour, et mieux encore la lumière même du soleil, provoque dans le protoplasme de l'œuf d'énergiques contractions. Si on retourne l'œuf de manière que son pôle inférieur clair soit tourné vers la lumière, ces contractions ont pour effet de transporter une partie du pigment dans l'hémisphère clair, qui par suite prend une teinte brunâtre ou même devient tout à fait noir.

tache jaunâtre irrégulière. Quant à la vésicule germinative, elle se dissout sur place.

Qand l'œuf est mûr, on ne trouve plus à l'endroit qu'elle occupait dans l'hémisphère supérieur qu'une masse finement granuleuse, étoilée ; au pôle supérieur, se voit encore la tache jaune.

Peu après la fécondation, on voit apparaître dans l'œuf le *noyau vitellin* (Dotterkern), formation arrondie, de la taille de la vésicule germinative : « il ne se différencie pas histologiquement de son entourage, » et est rendu apparent simplement « parce qu'à sa limite il n'y a pas de grosses lames vitellines, » celles-ci étant formées de substance finement granuleuse. Dans le noyau vitellin, point de départ de tout le développement, se montre ensuite le *germe de vie* (Lebenskeim), masse transparente, mal délimitée, de 30 μ. de diamètre. Le noyau vitellin s'atrophie et disparaît rapidement; le germe de vie, qui subsiste seul, s'allonge et se divise en deux moitiés qui grossissent. En même temps commence la division du vitellus, accusée par une ligne sombre, bien nette, perpendiculaire à la ligne qui réunit les deux germes de vie. Par la suite de la segmentation, le contenu des germes de vie, primitivement homogène, renferme un nombre variable de corpuscules clairs et ronds, de 3 μ. de grosseur : ce sont les *germes du noyau* (Kernkeime). La substance finement granuleuse qui entoure la masse des germes du noyau, affecte une disposition rayonnante. Plus tard encore, les germes du noyau se fusionnent, et de leur fusion proviennent de véritables noyaux cellulaires à contours nets.

Ce noyau vitellin, qui « ne se différencie pas histologiquement de son entourage, » est évidemment un amas central de protoplasme homogène, dans lequel prend naissance le noyau de segmentation (germe de vie). Quant aux germes du noyau, qui se montrent par la suite de la segmentation, ils rappellent les amas de noyaux vus par Oellacher, chez la Truite, et la remarque que nous avons faite à propos de ces derniers s'applique aussi à eux.

Voici maintenant les conclusions auxquelles est arrivé van Bambeke (108), à la suite d'une autre série de recherches sur l'embryologie des Batraciens :

« L'œuf des Batraciens, mûr pour la fécondation, présente une disposition (la figure claviforme) déjà signalée par von Baer, plus ou moins prononcée d'après les espèces, qui indique la voie suivie par certaines parties de la vésicule germinative lors de leur expulsion de l'œuf.

« La dilatation inférieure de la figure claviforme correspond à l'endroit occupé par la vésicule au moment de sa disparition, et son aboutissant au pôle supérieur est le *Keimpunkt* de von Baer, la *fovea germinativa* de M. Schultze.

« Après la disparition de la vésicule germinative, on trouve, au pôle supérieur de l'œuf, des traces de parties expulsées; dans l'intérieur de l'œuf, rien ne trahit la présence de taches germinatives.

« Il est impossible, pour le moment, d'affirmer quelles sont les parties de la vésicule germinative expulsées, quelles sont celles qui restent dans le vitellus.

« L'œuf des Batraciens renferme encore, immédiatement après l'imprégnation, des traces de la figure claviforme; mais rien ne décèle la présence d'un

noyau ovulaire dans le sens de Hertwig, ni du pronucléus central de van Beneden.

« Le nucléus nouveau (noyau de la première sphère) part de la périphérie; il résulte très-probablement de la pénétration, dans le vitellus, d'un spermatozoïde, laissant comme trace de son passage le trou vitellin et la traînée pigmentaire.

« En progressant dans le vitellus, le noyau de la première sphère refoule parfois (Crapaud commun) la figure claviforme, tandis qu'ailleurs (Pélobate), il semble occuper le milieu de la dilatation de cette figure; cette dilatation inférieure correspond probablement à ce que Götte désigne sous le nom de Dotterkern, tandis que le noyau de la première sphère correspond à son Lebenskeim. »

Hertwig enfin, au cours de ses belles études sur la formation, la fécondation et la division de l'œuf (52), a porté aussi son attention sur les Batraciens anoures. Les espèces qu'il a plus spécialement étudiées sont la Rana temporaria et la Rana esculenta.

L'œuf mûr ne présente plus trace de la vésicule germinative. Chez la Rana temporaria, la continuité de la couche pigmentaire du pôle noir n'est nulle part interrompue. Sur des coupes passant par le milieu du pôle noir et par le milieu du pôle clair, on trouve la figure claviforme de van Bambeke : c'est une large traînée de pigment qui va du pôle supérieur au centre de l'œuf et qui s'élargit à son extrémité centrale. Quand on l'examine à un fort grossissement, on constate que le pigment y affecte une disposition réticulée. A l'endroit où cette figure claviforme se confond avec la couche corticale, on voit une place claire, en forme de croissant (fovea germinativa de van Bambeke), dans laquelle le pigment manque presque complétement; elle est séparée de la membrane vitelline par une mince couche de pigment, en sorte qu'elle ne se voit pas à l'extérieur. Rusconi (1) du reste avait déjà observé ce fait. Chez la Rana esculenta, Hertwig a encore retrouvé cette disposition, mais la place claire se voit dans l'extérieur comme une tache jaunâtre. Il admet que cette place claire correspond à l'endroit même où s'est dissoute la vésicule germinative, après qu'elle a quitté le centre pour venir se placer à la périphérie du pôle supérieur de l'œuf. La tache jaune que Götte a observée chez le Bombinator, serait causée aussi par la situation périphérique de la vésicule germinative.

Quelque temps après la fécondation, le pôle noir ou supérieur présente une sensible modification; il s'éclaircit à son centre, et acquiert une teinte jaunâtre. Max Schultze (2) a donné à cette place le nom de fovea germinativa. Sur des coupes faites à ce niveau, on trouve le vitellus recouvert comme d'un voile par une masse finement granuleuse, dont la plus grande épaisseur coïncide avec l'axe des pôles et qui s'amincit peu à peu autour de cet axe. Cette masse n'est point entourée d'une membrane, elle rappelle par son aspect la masse granuleuse dans laquelle, avant la disparition de la vésicule germinative, les nucléoles étaient contenus. C'est à cette masse qu'est due la colora-

(1) *Hist. nat. de la Salamandre terr.*, 1854.

(2) *Observationes nonnullae de ovorum ranarum segmentatione.* Bonnae, 1863.

tion jaunâtre signalée plus haut, et au-dessous d'elle la couche pigmentaire du vitellus est tout à fait indemne. Cette sorte de voile persiste longtemps après la fécondation, et se retrouve encore sur des œufs segmentés en deux : il s'est alors divisé lui-même.

Van Bambeke, qui a vu aussi chez l'Axolotl un aspect semblable, considère la masse jaunâtre comme un reste de la vésicule germinative qui, après sa dissolution dans le vitellus, a été expulsé par les contractions du protoplasma. C'est aussi l'opinion à laquelle s'arrête Hertwig, et il ajoute qu'on ne saurait assimiler cette masse jaunâtre à des globules polaires.

Une heure après la fécondation, on voit, sur des coupes passant par l'axe des pôles, la couche corticale de pigment envoyer dans la masse vitelline un petit prolongement qui s'allonge de plus en plus. Son extrémité centrale est claviforme, et renferme une tache claire autour de laquelle rayonnent les granulations pigmentaires. Cette tache claire renferme un noyau qui se colore par le carmin, mesure 9 μ de diamètre, et aux stades suivants grossit de telle sorte qu'il atteint une longueur de 32 μ sur une largeur de 22 μ. Ce noyau est le noyau spermatique ; il n'est autre chose que le nucléus observé par van Bambeke chez l'Axolotl.

Une heure et demie environ après la fécondation, Hertwig a vu tout près du noyau spermatique un second noyau, d'égale taille que celui-ci, mais s'en distinguant par ce fait, qu'il n'est point entouré d'un anneau pigmentaire rayonné. Ce second noyau avait échappé aux observations de Götte et de van Bambeke. L'espace qui sépare les deux noyaux diminue de plus en plus, la traînée pigmentaire pénétrant toujours davantage dans le vitellus. Le second noyau ou noyau de l'œuf pénètre enfin dans la dilatation claviforme qui termine la traînée pigmentaire, s'accole au noyau spermatique, et se fusionne avec lui pour constituer le noyau de la première sphère de segmentation.

Quelle est l'origine du noyau de l'œuf? Hertwig, chez les Oursins et chez les Hirudinées, l'a vu provenir de la substance de la tache germinative ; chez les Batraciens, il lui reconnaît la même origine ; mais « à cause de sa petite taille, le noyau de l'œuf ne peut pas représenter l'ensemble de la masse nucléaire que renfermait la vésicule germinative, il ne correspond qu'à une petite partie de cette masse, par exemple, à un seul nucléole. »

Hertwig n'a jamais vu chez la grenouille qu'une seule traînée de pigment par œuf et il en conclut à la pénétration d'un seul spermatozoïde. Van Bambeke a fait chez les Anoures une observation semblable, mais a constaté chez les Urodèles la présence de plusieurs traînées pigmentaires sur chaque œuf.

IX. — Oiseaux.

Nous n'avons à signaler aucune publication relative aux premiers développements de l'œuf des Oiseaux.

X. — Mammifères.

Van Beneden, dans son travail déjà plusieurs fois cité (31), croit que la disparition de la vésicule germinative dans l'œuf de la Lapine n'est qu'apparente et qu'en réalité elle se divise, et que ses portions deviennent les noyaux des

sphères de segmentation. Il admet du reste sa persistance dans l'ensemble du règne animal. Il n'a point observé la rotation du vitellus signalée par Bischoff[1] dans l'œuf de Lapine pendant son passage dans l'oviducte, non plus que les cils signalés par le même auteur à la surface du vitellus. Les globules polaires sont expulsés du vitellus, en même temps qu'un certain nombre de granules qui semblent être des éléments nutritifs du vitellus. Après être restés quelque temps en suspension dans le liquide qui remplit l'espace compris entre le vitellus et les enveloppes de l'œuf, ces globules disparaissent et se fondent dans le liquide qui les baigne.

Dans un autre mémoire tout récent (110), van Beneden vient compléter ses premières observations.

La vésicule germinative de l'œuf de Lapine, outre un nucléole et un liquide clair, renferme deux ou trois petits corps arrondis ou *pseudo-nucléoles*, semblables à ceux que Flemming a décrits chez les Naïades, et une substance granuleuse ou *nucléoplasma* qui affecte souvent la forme d'un réticulum; un fait semblable avait déjà été observé par Van Beneden chez l'Asteracanthion rubens, et par Flemming chez les Naïades.

Quand l'œuf approche de sa maturité, la vésicule germinative, jusque-là centrale, gagne la périphérie. Elle devient ellipsoïdale, puis s'aplatit de plus en plus contre la zone pellucide. Le vitellus à ce moment s'est différencié en deux zones: une couche corticale et une masse médullaire. La première s'éclaircit au contact de la vésicule, germinative ; une matière homogène, qui semble être du protoplasma cortical dépourvu de granulations vitellines, s'accumule autour de la vésicule et forme avec elle une lentille biconvexe, la *lentille cicatriculaire*, qui déprime la masse médullaire.

Dès que la vésicule germinative arrive au contact de la zone pellucide, le nucléole s'accole à sa membrane du côté de la surface de l'œuf; il s'aplatit contre la membrane et se soude avec elle; sa substance plastique s'étale en une plaque, la *plaque nucléolaire*. En même temps, la membrane de la vésicule germinative s'amincit partout où elle se trouve au contact du protoplasma cicatriculaire. Il est probable que la substance qui constituait cette membrane est attirée vers la plaque nucléolaire, et qu'elle finit par se confondre avec la substance de l'ancien nucléole.

Le nucléoplasma a perdu son aspect réticulé; avec les pseudo-nucléoles, il forme dans l'intérieur de la vésicule germinative un amas de substance granuleuse, plus ou moins bien circonscrit, le *corps nucléoplasmique*. Le contenu liquide et limpide de la vésicule germinative se confond avec le protoplasme cicatriculaire, probablement à la suite de la déchirure de la membrane de la vésicule germinative. En même temps, la plaque nucléolaire se ramasse en un corps de forme variable, ellipsoïdal ou lenticulaire ou en forme de calotte, le *corps nucléolaire*.

Le moment de la disparition de la vésicule se confond avec celui de l'élimination des corps directeurs. Ceux-ci ne sont pas des parties équivalentes d'un même tout, et n'ont ni même composition ni même signification : l'un est le corps nucléolaire, l'autre le corps nucléoplasmique de la vésicule ger-

(1) *Entwicklungsgeschichte des Kaninchen-Eies*. Braunschweig, 1842.

minative modifiée. Le premier se colore en rouge par le picrocarmin, l'autre reste incolore.

La lentille cicatriculaire, après que son protoplasme s'est mêlé au liquide de la vésicule, devient granuleuse, et se confond avec la couche corticale de l'œuf.

Au moment de la disparition de la vésicule germinative commence le retrait du vitellus ; il s'accompagne de mouvements amiboïdes, et consiste en l'expulsion d'un *liquide périvitellin,* dans lequel plongent les globules polaires. Après son retrait, le vitellus redevient sphérique : on n'y distingue plus ni couche corticale ni substance médullaire : l'œuf est un cytode, et mérite le nom de Monerula donné par Häckel à l'œuf sans vésicule germinative.

Les phénomènes qui précèdent sont indépendants de la fécondation ; ils se rattachent à la maturation, et se passent dans l'ovaire.

La fécondation ne se fait pas dans l'intérieur de l'ovaire. Les spermatozoïdes traversent la zone pellucide pour pénétrer à l'intérieur de l'ovule qui est en suspension dans le liquide périvitellin ; l'œuf ne présente pas de micropyle qui puisse leur livrer passage, On ne les rencontre jamais dans l'intérieur du vitellus ; mais il n'est par rare de les trouver étroitement appliqués par leur tête contre la surface du globule vitellin. « Je crois, écrit Van Beneden, que la fécondation consiste essentiellement dans la fusion de la substance spermatique avec la couche superficielle du globe vitellin. »

Peu après la fécondation, la substance du vitellus se divise en trois couches : une couche superficielle, une couche intermédiaire et une masse centrale. La couche intermédiaire est grossièrement et irrégulièrement granuleuse et plus opaque que les deux autres ; on y voit souvent des grumeaux irréguliers formés par des granules vitellins agglutinés. La masse centrale, plus claire, est uniformément granuleuse. La couche superficielle est presque homogène ; elle ne présente que de fines granulations punctiformes dans une masse fondamentale très-réfringente.

Le vitellus s'épaissit en un point de la couche superficielle. Là apparaît un petit corps arrondi, homogène, dépourvu de granulations ; il a l'apparence d'une vacuole, mais l'acide osmique le colore en gris, tandis que toute la substance vitelline se colore en brun. C'est le *pronucléus périphérique* (noyau spermatique). Il se forme sans doute, au moins partiellement, aux dépens de la substance spermatique. Il s'enfonce bientôt, en même temps qu'il grandit un peu, et montre à son intérieur plusieurs corpuscules très-réfringents ayant l'aspect de nucléoles. Dans la masse centrale de l'œuf paraissent simultanément deux ou trois petites masses claires, irrégulières, qui se réunissent en un corps bosselé à sa surface. Celui-ci occupe le centre de l'œuf, et est plus gros que le pronucléus périphérique : c'est le *pronucléus central* (noyau de l'œuf).

Ces deux pronucléi se rapprochent au point de se toucher au milieu de la masse centrale du vitellus. Ils diffèrent essentiellement l'un de l'autre : le pronucléus périphérique est sphérique, à contours réguliers, plus petit ; le pronucléus central a la forme d'une calotte ou d'un croissant aplati et à cornes émoussées. Par sa concavité, il se moule plus ou moins sur le pronucléus

périphérique; sa face convexe est tantôt régulière, tantôt bosselée. Chacun de ces pronucléi renferme des corpuscules arrondis, réfringents, et se colore par le picrocarminate d'ammoniaque.

Le pronucléus périphérique grandit vite, tout en restant sphérique; le pronucléus central diminue de volume; les nucléoles sont moins apparents. Bientôt, enfin, il n'existe plus au centre de l'œuf qu'un seul noyau formé aux dépens des deux premiers. Résulte-t-il de la fusion des deux pronucléi, ou l'un d'eux se développe-t-il aux dépens de la substance de l'autre? C'est un point que van Beneden n'a pu éclaircir. Ce noyau est dépourvu de nucléole.

A partir du moment où les deux pronucléi apparaissent dans l'œuf, on peut constater une disposition radiée du vitellus autour du pronucléus périphérique.

La segmentation débute alors. Elle s'annonce par un changement de forme du noyau, qui s'allonge en fuseau, et par la production d'une figure karyolytique semblable à celle vue par Auerbach chez les Nématodes.

Après la segmentation en deux, chaque globe est sphérique. Il présente alors une tache claire qui, à de forts grossissements, est formée de deux parties distinctes : l'une arrondie, plus petite, qui est un dérivé du premier noyau, et que van Beneden appelle *pronucléus dérivé*, l'autre plus volumineuse, bosselée à la surface, enveloppant incomplétement la première, le *pronucléus engendré*. Ce dernier n'est que le reste de la matière claire, homogène et transparente, accumulée dans le premier globe, aux deux pôles du premier noyau, après que celui-ci a pris la forme d'un fuseau. Cette matière est une partie différenciée du protoplasme de la cellule en voie de formation, et ne présente aucun lien génétique avec le noyau de la première sphère de segmentation. Le pronucléus dérivé s'accroît progressivement aux dépens du pronucléus engendré; il finit par absorber complétement ce dernier. Le pronucléus dérivé est devenu alors le noyau de la sphère de segmentation, et présente des nucléoles réfringents.

Quelque temps après la première segmentation, les globes perdent leur forme sphérique; ils s'affaissent un peu l'un sur l'autre, et s'accolent par une surface plus ou moins étendue. Généralement les deux globes sont inégaux. Le petit est moins transparent, l'acide osmique le fonce davantage, le carmin le colore plus vite et plus fortement. Ces différences se montrent même quand les globes sont d'égale grosseur. Ceux-ci ne sont donc pas équivalents, ils n'ont ni la même composition, ni la même valeur. Les cellules du feuillet externe dérivent toutes du plus grand des deux premiers globes, les cellules de l'endoderme dérivent toutes du plus petit : van Beneden appelle donc le grand globe : *globe ectodermique*, et le petit : *globe endodermique*.

Van Beneden, comme nous venons de le voir, se refuse à admettre que les spermatozoïdes puissent pénétrer, chez la Lapine, dans l'intérieur du vitellus. Mais, avant lui, Weil (109) « les a vus dans l'intérieur du vitellus rétracté et non encore segmenté, et a trouvé à différentes reprises des spermatozoïdes bien conservés dans le protoplasma des sphères de segmentation. » Depuis la publication de ce dernier travail de van Beneden, une semblable observation a

été faite par Hensen (111), ainsi que par Campana (112), qui en a vu « quelques-uns fixés dans la couche superficielle du vitellus. »

Bischoff[1] a émis l'opinion que l'ovule était mûr quand les cellules du follicule qui l'entourent se présentent sous l'aspect d'éléments fusiformes, disposés radiairement. Hensen révoqua en doute l'exactitude de cette observation, et tout récemment Schenk (113) a démontré qu'en réalité le caractère tiré de la disposition des cellules du follicule n'avait aucune valeur. Pour lui, l'œuf est mûr quand les cellules du follicule ne sont plus intimement unies les unes aux autres, quand les mouvements du spermatozoïde et l'action du mucus utérin suffisent à les désagréger en un court espace de temps, variable du reste avec le degré de maturité de l'œuf (de 2 à 5 heures pour le lapin et le cochon d'Inde).

Une demi-heure après la fécondation, Schenk a observé chez la lapine que les granulations vitellines sont irrégulièrement réparties : elles sont moins nombreuses à la périphérie qu'au centre ou à l'entour de la vésicule germinative. Cette dernière perd alors sa forme arrondie ; elle présente des changements de forme incessants, en même temps qu'elle gagne la périphérie du vitellus. Ses changements de forme ne sont point de nature amiboïde, mais sont purement passifs, et occasionnés par le mouvement de la masse des granulations vitellines. Parvenue à la surface, la vésicule germinative déverse son contenu entre le vitellus et la membrane vitelline, et la tache germinative vient se placer en un point de la surface du vitellus, par lequel passera plus tard le premier sillon de segmentation. De même que chez la Serpula (58), la tache germinative jouerait donc ici le rôle de globule polaire [2].

XI. — Considérations générales.

On peut voir, d'après l'exposé bibliographique qui précède, que nos connaissances des premiers phénomènes du développement se sont considérablement accrues dans ces dernières années ; mais, parmi cette grande somme d'observations nouvelles, il en est encore bien peu que l'on puisse désormais considérer comme vérités scientifiques, et qui ne soient contredites par des observations tout à fait opposées. C'est ainsi, par exemple, que Häckel prétend que la vésicule germinative persiste dans l'œuf des Calcisponges pour prendre part à la segmentation, tandis que Fr. E. Schultze a constaté sa disparition. C'est ainsi également que la présence des globules polaires chez les Rotifères, affirmée par Flemming, est niée par Bütschli. Il serait facile de multiplier ces exemples, où l'on voit les observateurs formuler des avis contradictoires, et la conclusion que pourrait tirer de ces rapprochements un esprit superficiel serait, qu'il est impossible, dans l'état actuel de nos connaissances, d'établir une théorie de la fécondation dans le règne animal. C'est pourtant cette tâche que nous allons maintenant entreprendre.

(1) *Loc. cit.* et *Entwicklungsgeschichte des Meerschweinchens*. Giessen, 1852.

(2) Depuis que cette Revue est achevée, Bischoff a publié un travail (*Ueber die Zeichen der Reife der Säugethier-Eier*, in Arch. f. Anat. u. Physiol. — Anatomische Abtheilung, 1878.) dans lequel il combat les conclusions de Schenk. Nous ne pouvons malheureusement, faute de temps, résumer ici les observations de Bischoff.

L'opposition que nous venons de signaler entre les résultats obtenus par les divers observateurs, n'est bien souvent qu'apparente. Pour nous en tenir aux exemples cités plus haut, il est certain que Schultze a raison de dire que dans l'œuf des Calcisponges la vésicule germinative disparaît. Quant à l'observation d'Häckel, elle ne saurait résister devant un examen sérieux : il est très-vraisemblable que la formation nucléaire observée par cet auteur était simplement le premier noyau de segmentation. Au moment où il a publié sa *Monographie des Calcisponges*, les beaux travaux de Strasburger, de Bütschli, d'Hertwig, de van Beneden, n'avaient point encore vu le jour, et on n'avait que de bien vagues notions sur les phénomènes précurseurs de la segmentation; il n'est donc point surprenant que Häckel, trouvant dans l'œuf, après la fécondation, un noyau dont l'aspect rappelait assez bien celui de la vésicule germinative, en ait conclu à la persistance de cette dernière. D'autre part, nous sommes enclin à admettre avec Flemming la présence des globules polaires chez les Rotifères, et l'insuccès des recherches de Bütschli peut s'expliquer de la manière suivante. Les globules polaires, à cause de leur petit volume, passent facilement inaperçus. S'ils ne se montrent point sur le profil de l'œuf, on pourra croire à leur absence, car le volume relativement considérable de celui-ci, et la présence des granulations pigmentaires, dont il est infiltré, sont autant de causes qui les dérobent aux regards.

Ces deux exemples suffiront pour bien faire voir quel crédit il faut attribuer à certaines observations. Sans donc nous arrêter plus longtemps à des considérations de cet ordre, nous allons maintenant chercher à exposer la théorie rationnelle de la fécondation [1].

Le premier point que nous ayons à examiner, se rapporte à la question de savoir ce que devient la vésicule germinative. Deux opinions se trouvent en présence : les uns admettent que la vésicule germinative ne disparaît point, mais qu'elle persiste et se divise plus tard pour donner naissance aux noyaux des deux premières sphères de segmentation; et alors, les cas où l'on trouve l'œuf dépourvu de noyau ne seraient qu'une apparence due à l'opacité de la substance vitelline. Les autres affirment au contraire que la vésicule germinative disparaît de l'œuf. C'est cette dernière opinion que nous adopterons, d'accord avec Metschnikoff (26), Kowalewsky (27), Selenka (34), Bütschli (9,

(1) Ce chapitre était écrit depuis plusieurs mois déjà quand parut, sur le même sujet, une brochure de Hermann von Jhering (*Befruchtung und Furchung des thierischen Eies und Zelltheilung, nach dem gegenwärtigen Stand der Wissenschaft*. Leipzig, 1878). Il y a une concordance à peu près complète entre nos conclusions et celles de cet auteur.

Ce n'est également qu'après l'achèvement de cette Revue que nous avons eu entre les mains les travaux de Ch. S. Minot (*On the Formation of the Germinal Layers, and the phenomena of Impregnation among Animals*, in Proceed. of the Boston Society of nat. hist. XIX, 1877) et de J. Mac Crady (*A Provisional Theory of Generation*, ibidem).

Citons encore, parmi les publications parues trop tard pour pouvoir être examinées ici :

O. Bütschli. — *Entwicklungsgeschichtliche Beiträge*, in Zeitsch. f. wissensch. Zool., XXIX, 2tes Heft, 1877.

Al. Brandt. — *Ueber das Ei und seine Bildungstätte*. Leipzig, 1878.

Ed. Strasburger. — *Ueber Befruchtung und Zelltheilung*. Iena, 1878.

35), Auerbach (36), Hertwig (52, 53), Flemming (93, 94), Rabl (95), Fol (96, 97), Oellacher (103), van Bambeke (108), van Beneden (110), Schenk (113), etc.

La vésicule germinative disparaît donc, et elle ne disparaît point parce qu'elle se dissout dans le vitellus, comme on l'a dit tant de fois, mais parce qu'elle est expulsée du vitellus. Bütschli chez les Hirudinées, les Nématodes et les Mollusques (9), Hertwig chez les Hirudinées (52), nous ont, par de sérieuses recherches, démontré qu'il en était ainsi. Il est vrai qu'on pourrait objecter qu'un bien plus grand nombre de recherches semblent prouver qu'après avoir perdu par dissolution sa tache germinative, la vésicule germinative disparaît à son tour en se dissolvant dans le vitellus, et, dans cet ordre d'idées, on pourrait citer comme exemple les observations concordantes de van Beneden, de Greeff, de Fol chez l'Étoile de mer; mais ce qui vient confirmer encore notre manière de voir, c'est que tout récemment Selenka est venu démontrer que chez l'Étoile de mer, aussi bien que chez les Hirudinées et les Mollusques, la vésicule germinative était expulsée du vitellus, Ainsi se trouve confirmée cette opinion exprimée par F. A. Pouchet (¹), il y a plus de trente ans, que la vésicule germinative est expulsée du vitellus.

La vésicule germinative, avant de sortir du vitellus, subit une importante métamorphose : sa tache germinative se dissout dans son suc, puis elle se transforme elle-même en un *fuseau de direction*, autour des extrémités duquel les granulations vitellines prennent une disposition rayonnée, et qui s'approche de la périphérie, tout en conservant une direction radiaire par rapport au centre de l'œuf; le fuseau proémine peu à peu à la surface de celui-ci, puis s'étrangle pour constituer les globules polaires (²).

Nous devons maintenant nous demander si la vésicule germinative est tout entière excrétée, ou s'il ne reste point dans le vitellus quelques-unes de ses parties. Une observation d'Hertwig chez les Hétéropodes nous permet de résoudre cette question. Cet auteur a vu dans la substance de la vésicule germinative un corps fibreux fusiforme, qui atteint par ses extrémités les deux pôles de la vésicule, et autour des extrémités duquel le protoplasme (³) rayonne. Plus tard, la membrane de la vésicule disparaît, les parties de sa substance qui n'ont point contribué à la formation du noyau fusiforme, se dissolvent dans le vitellus. Le fuseau de direction, qui se trouve ainsi mis en liberté, se rapproche alors de la surface pour former les globules polaires. Cette intéressante observation (et nous en pourrions citer d'autres du même genre) nous autorise donc à conclure que la vésicule germinative, en sortant du vitellus,

(¹) *Théorie positive de l'ovulation*, 1847.

(²) Nous ne faisons ici qu'esquisser à grands traits ces importants phénomènes. Nous les avons exposés dans la partie spéciale avec assez de détails pour que nous croyions inutile de les décrire de nouveau.

(³) Nous avons eu soin, dans tout ce travail, de désigner par le nom de *protoplasme* (Ed. van Beneden) le vitellus de formation (Bildungsdotter), et par celui de *deutoplasme* le vitellus de nutrition (Nahrungsdotter), conservant au mot *protoplasma* son sens vague habituel et l'employant pour désigner le corps cellulaire lui-même, le vitellus entier de l'œuf. Le mot *protoplasmique* correspond à protoplasme, le mot *protoplasmatique* à protoplasma.

laisse dans celui-ci une partie de son suc à l'état de dissolution. Elle nous montre également que la vésicule germinative est constituée par le mélange de deux substances chimiquement différentes, non différenciables tant que la vésicule conserve son aspect homogène, mais qui se différencient et se séparent l'une de l'autre dès que celle-ci subit la métamorphose fusiforme.

Faut-il voir dans ces phénomènes l'indice de la maturation complète de l'ovule, ou bien sont-ils, au contraire, le premier effet de la fécondation? Bütschli admet cette dernière opinion, mais les preuves lui manquent pour qu'il puisse se convaincre de l'universalité de ce fait dans le règne animal. Nous croyons, au contraire, que l'expulsion de la vésicule germinative est un phénomène tout à fait indépendant de la fécondation, que c'est « comme une conséquence de sa mort naturelle » (Milne-Edwards). Pour résoudre cette question d'une façon certaine, ce n'est point sur des animaux dont la fécondation est intérieure, qu'il faut porter son attention; car, dans ce cas, les phénomènes sont très-difficilement observables; mais on doit considérer des animaux dont l'œuf n'est fécondé qu'après la ponte. Les Batraciens fournissent un excellent exemple. Van Bambeke (108) nous a montré que chez eux la vésicule germinative ne se retrouvait plus dans l'œuf mûr mais non encore pondu, et le chemin qu'elle a suivi pour sortir du vitellus est marqué par la figure claviforme. Götte (107) n'a point retrouvé non plus de vésicule germinative dans l'œuf mûr mais non fécondé du Bombinator igneus. D'autre part, Fol a prouvé que, chez les Oursins (74), les globules polaires peuvent se former déjà dans l'ovaire, et on ne saurait objecter que les ovules sur lesquels ce fait est observable ont été déjà fécondés, puisque, chez les Echinodermes, les œufs ne se trouvent en contact avec le sperme que lorsqu'ils ont été pondus. Le même auteur a du reste encore montré (70) que, si un œuf d'Étoile de mer vient à être fécondé avant l'expulsion du premier globule polaire, c'est-à-dire avant l'expulsion de la vésicule germinative, le développement est anormal. Selenka (102) enfin a vu aussi la vesicule germinative sortir du vitellus et se transformer en globules polaires avant la fécondation.

Nous ne voulons point cependant conclure de l'observation de Fol que, toutes les fois qu'un œuf est fécondé avant l'expulsion de sa vésicule germinative, c'est-à-dire avant sa maturité complète, le développement est anormal. Très-souvent, au contraire, cette fécondation *prématurée* ne semble pas modifier sensiblement le développement normal de l'embryon, et pour en trouver un exemple, il suffit de se reporter aux observations d'Hertwig et de Bütschli chez les Hirudinées. Le premier de ces deux auteurs déclare formellement que la vésicule germinative est expulsée avant la fécondation, et son opinion se trouve corroborée par ce fait, que déjà dans l'ovaire la vésicule germinative s'est métamorphosée en fuseau de direction. Bütschli admet au contraire qu'elle ne sort du vitellus que parce que celui-ci a subi l'influence du spermatozoïde. Mais, si l'action du spermatozoïde était la condition essentielle de l'expulsion de la vésicule germinative, le noyau spermatique, dont le spermatozoïde a la propriété de provoquer l'apparition dans l'œuf, devrait apparaître en même temps, sinon plus tôt que le premier globule polaire. Or, Bütschli et Hertwig s'accordent à reconnaître qu'on ne constate la présence de

ce noyau que lorsque déjà le premier globule polaire est formé, et ce dernier auteur nous apprend qu'il apparaît plus d'une heure après la ponte, c'est-à-dire plus d'un quart d'heure après le début de l'expulsion de la vésicule germinative, mais aussi avant que celle-ci soit entièrement sortie du vitellus. Il faut donc de ce fait tirer cette double conclusion : que la fécondation a bien réellement lieu après l'expulsion de la vésicule germinative, tout au moins que, dans certains cas, elle se produit prématurément, mais après que la vésicule germinative a déjà subi certaines modifications qui ne sont que les avant-coureurs de son expulsion du vitellus; et que cette fécondation prématurée est sans influence sur le développement ultérieur de l'embryon.

Nous avons établi que les globules polaires provenaient de la vésicule germinative, opinion qui avait été jadis émise, mais sans preuves suffisantes, par Dumortier [1]. Il convient de se demander maintenant quelle est leur signification. Tout ce qu'on sait à présent sur ce point, c'est que, comme Fritz Müller [2] l'a montré le premier, ils exercent une influence considérable sur la direction des sillons du vitellus et sur la situation réciproque des blastomères : de là le nom de *vésicules de direction* (Richtungsbläschen) que leur a donné cet auteur, de là aussi celui de *globules polaires* sous lequel P. J. van Beneden les a décrits.

La disparition de la vésicule germinative est, suivant la remarque d'Häckel (12) « un fait d'un haut intérêt pour la phylogénie et pour l'histologie : pour la phylogénie, parce que, en vertu de la loi biogénétique fondamentale, il faut le considérer comme un retour à la forme ancestrale de la Monère ; pour l'histologie, parce qu'il démontre que l'œuf-cellule provient d'un cytode, et explique la différenciation du plasson en protoplasma et en nucléus. La cellule à cet état sans noyau est réellement un cytode, et mérite à ce point de vue de recevoir le nom de monerula. » La première de ces deux remarques ne peut sembler intéressante qu'à ceux qui admettent les opinions d'Häckel relativement à la descendance des êtres vivants ; mais la seconde présente réellement un côté philosophique très-important.

Rabl (95) a publié sur les globules polaires une intéressante étude. Il est même le premier, que nous sachions, qui ait cherché à leur attribuer une signification physiologique autre que celle de présider à la segmentation du vitellus. Nous exposons sommairement sa théorie :

Les globules polaires n'accompagnent généralement que la segmentation irrégulière ou inégale ; ils manquent quand la segmentation est régulière ou primordiale. Chez les Ascidies pourtant, la segmentation est primordiale, et Semper a montré que les cellules du test n'étaient, comme des globules polaires, que des parties séparées du vitellus.

Le lieu de sortie des globules polaires est toujours le pôle animal du vitellus, comme Flemming l'a montré pour les Lamellibranches, Kowalewsky pour le Lombric.

[1] *Mémoire sur l'embryogénie des Mollusques gastéropodes*, in. Ann. des sc. nat., VIII, 1837.

[2] *Zur Kenntniss des Furchungsprocesses im Schneckeneie*, in Arch. f. Naturgeschichte, I, 1848.

Le pôle animal du vitellus des œufs à segmentation inégale est toujours d'un poids spécifique moindre que le pôle végétatif opposé. Ce fait, connu depuis longtemps chez les Amphibiens et les Oiseaux, a encore été observé par Rabl chez les Pulmonés d'eau douce, tels que l'Acera et l'Aplysie (114), ainsi que chez les Lamellibranches (Unio pictorum) (95).

Par suite de sa moindre densité, le pôle animal de l'œuf se tourne en haut : la membrane de l'œuf vient s'appuyer sur lui, et les cellules qui se trouvent à ce pôle subissent par là même une pression qui, si elle se continuait longtemps, empêcherait nécessairement l'embryon de se développer normalement. Mais les globules polaires, en s'interposant entre la surface de l'œuf et sa membrane, viennent diminuer cette pression, « en jouant pour ainsi dire le rôle de coussinets élastiques. Les globules polaires ne seraient donc autre chose que des organes protecteurs de l'embryon, permettant à celui-ci de s'adapter à la segmentation inégale du vitellus. »

Chez les Ascidies, les globules polaires (cellules du test) ne sont pas en petit nombre, comme chez les œufs à segmentation inégale, mais sont au contraire très-nombreux ; leurs lieux de sortie sont jusqu'à un certain point indifférents. La membrane de l'œuf est double, et la plus intérieure entoure le vitellus assez étroitement, en sorte qu'il n'y a, entre celui-ci et cette membrane interne, place que pour une très-petite quantité d'albumine liquide. Le vitellus, dont la densité est partout égale, court donc ici beaucoup plus le risque de venir se heurter contre la membrane de l'œuf, que cela n'a lieu dans d'autres œufs à segmentation primordiale, chez l'Amphioxus, par exemple. C'est précisément parce que la densité du vitellus est égale dans tous les sens que des globules polaires devaient se former aussi dans tous les sens pour le préserver contre la pression.

Telle est la théorie de Rabl. Nous reconnaissons avec Rabl que jusqu'ici on n'a trouvé des globules polaires que dans les œufs à segmentation inégale. Mais nous croyons avec Hertwig (53) que le phénomène de leur production est général : chaque jour on les découvre chez des animaux où des observations antérieures les avaient laissés inaperçus, et nous ne doutons point que bientôt on ne parvienne à les rencontrer aussi dans des œufs à segmentation régulière.

Nous reconnaissons encore avec Rabl que, dans le cas où la segmentation est inégale, les globules polaires se forment toujours au pôle animal du vitellus; mais nous ne saurions admettre que le pôle animal des œufs à segmentation inégale est toujours tourné en haut comme étant spécifiquement le plus léger. Pour ne citer qu'un fait, Hatschek (44) a en effet montré tout récemment que, chez les Bryozoaires, le pôle animal est tourné en bas.

Quant à l'opinion que les globules polaires sont des coussinets élastiques destinés à prémunir l'embryon contre la pression que pourrait exercer sur lui la membrane vitelline, c'est une hypothèse que contredit la physique la plus élémentaire. Quelle que soit l'élasticité que l'on attribue au globule polaire, il faut bien admettre que cette élasticité ne suffit pas à elle seule pour détruire la pression de la membrane vitelline, et il faut admettre, en outre, que cette pression se transmet au vitellus. Or, en ne s'exerçant que sur un seul

point du germe, c'est-à-dire au point où le globule polaire repose sur celui-ci, cette pression, si tant est qu'elle existe, aurait pour l'embryon des conséquences bien plus funestes que si, les globules polaires faisant défaut, la membrane vitelline venait s'appliquer directement sur une étendue plus ou moins considérable de la surface de l'embryon. Dans le premier cas, en effet, la pression tout entière porte sur le même point; dans le second cas, elle est répartie sur une grande étendue, et est d'autant moins considérable que l'étendue sur laquelle elle s'exerce est plus grande.

Nous ne suivrons point Rabl dans cette voie. La membrane vitelline ne saurait exercer aucune pression sur le vitellus, car celui-ci est tenu en suspension dans un liquide dont la présence, en permettant au vitellus de se déplacer aisément, suffit à empêcher entre celui-ci et sa membrane ce contact funeste que Rabl redoute avec tant de sollicitude.

Nous ne pouvons non plus considérer comme des globules polaires les cellules du test que l'on rencontre chez les Ascidies. Les globules polaires ne sont que des fragments du fuseau de direction expulsé de la masse vitelline, et sortent en un point fixe. Les cellules ou gouttelettes du test prennent au contraire naissance en des points variables de la surface du vitellus; leur nombre peut être très-grand, tandis que les globules polaires ne sont jamais plus de deux ou trois; elles ne dérivent point enfin de la vésicule germinative. De plus, caractère qui à lui seul les différencie des globules polaires, l'époque de leur formation est variable : elles se forment avant ou après la fécondation, et le simple contact de l'eau de mer provoque leur apparition sur les œufs ovariens. Nous croyons donc qu'il ne faut point, avec Semper et Rabl, identifier ces gouttelettes du test aux globules polaires, ni, avec Semper, considérer leur production comme « une sorte de défécation » de l'œuf-cellule, comme « l'expulsion de matières devenues inutiles; » ce ne sont point en effet des matières inutiles, puisque c'est à leurs dépens que se forme la tunique externe chitineuse de l'Ascidie adulte.

Semper voit aussi dans les globules polaires en général les produits « d'une sorte de défécation » par l'ovule « des matières devenues inutiles. » Selenka (37) va même jusqu'à appeler les globules polaires la « boue » (Koth) de l'œuf-cellule. Fol (97) leur refuse toute action polaire, et leur donne le nom de « corpuscules de rebut. » « Il peut être important pour le vitellus, dit-il, de se débarrasser de certaines matières devenues superflues, et l'expulsion de cette matière peut avoir lieu en un point constant, sans que nous devions y voir autre chose qu'une simple excrétion. »

Sans partager l'opinion de ces auteurs, nous ne sommes pas éloigné d'admettre avec Giard (68) que les globules polaires ne sont que « des cellules rudimentaires ayant une signification atavique. » Nous maintenons toutefois qu'ils exerçent sur la segmentation du vitellus une action directrice, du moins dans la généralité des cas : cette loi semble, en effet, souffrir quelques exceptions, et si on s'en rapporte à l'observation de Flemming chez les Unio (94), on voit que les globules polaires, qui restent fixés au vitellus après leur production, ne se trouvent point dans le plan de la première segmentation.

Nous disons que les globules polaires sont des cellules rudimentaires.

Hertwig (52) a en effet montré que le fuseau de direction, en sortant du vitellus, soulève et entraîne avec lui une petite quantité de protoplasme vitellin. Quand la vésicule germinative s'étrangle, ce soulèvement protoplasmique s'étrangle aussi, et finalement s'isole sous forme d'une sphérule renfermant en son centre un fragment du noyau. Il faut donc reconnaître aux globules polaires le caractère cellulaire, et leur mode de production n'est, comme Bütschli l'a déjà fait remarquer, qu'un simple processus actif de division. Nous verrons du reste plus loin que les phénomènes qui président à leur formation, ne diffèrent en rien de ceux qui accompagnent la division cellulaire ordinaire.

Le premier globule polaire n'est formé que par la moitié du fuseau de direction. La moitié qui reste dans l'œuf se transforme à son tour en un fuseau entier, dont une moitié est encore expulsée pour former le second globule polaire. La moitié de ce second fuseau, qui reste dans le vitellus, se désorganise alors, comme l'ont vu Hertwig (52) et Selenka (102), et donne naissance à un amas plus ou moins compacte de petits espaces clairs, qui bientôt grandissent et se fusionnent en un seul, le *noyau de l'œuf* ou *pronucléus femelle*. Celui-ci, qui a pris naissance à la périphérie du vitellus, au-dessous du point de sortie des globules polaires, quitte alors cette position et se rapproche du centre, que souvent il vient occuper. Il n'est point entouré d'un soleil, la disposition rayonnée qui s'observait d'abord aux extrémités du fuseau de direction ayant depuis longtemps disparu.

C'est seulement alors, suivant Selenka, que, chez les Échinodermes, l'œuf serait mûr et pondu, et par conséquent fécondé. Mais chez les Hirudinées, la fécondation a lieu beaucoup plus tôt, pendant la formation du premier globule polaire.

Nous devons maintenant nous demander comment s'accomplit cet acte important de la fécondation.

Les observations d'Häckel chez les Calcisponges, de Bütschli chez les Nématodes et les Hirudinés, d'Hatschek chez les Bryozoaires, d'Hertwig chez les Hirudinées, de Selenka chez les Échinodernes, enfin de van Beneden, de Weil, d'Hensen et de Campana chez le Lapin, nous ont appris que l'acte de la fécondation consistait en une fusion directe des couches superficielles du vitellus avec la tête du spermatozoïde. Il faut donc, pour que ce phénomène se produise, que le spermatozoïde traverse l'enveloppe de l'œuf. Dans le cas où celle-ci est dure et résistante, un micropyle lui livre passage, comme cela se voit chez les Poissons, les Insectes, etc. Lorsqu'au contraire l'enveloppe de l'œuf n'est représentée que par une masse gélatineuse plus ou moins épaisse, ou par un mince follicule jouant le rôle de membrane vitelline, sa force de propulsion suffit à faire traverser au spermatozoïde cette barrière peu résistante. Mais il est des cas où l'enveloppe de l'œuf est représentée par une coque dure, constituant pour le spermatozoïde un obstacle infranchissable, et où on n'a point constaté la présence d'un micropyle. On serait peut-être alors porté à croire, avec Selenka (34) chez les Némertiens, que la substance du spermatozoïde se dissout à la surface de la membrane vitelline, et que les canalicules poreux dont est traversée celle-ci, trop étroits pour que

la tête du spermatozoïde puisse s'engager dans leur lumière, absorbent la masse du spermatozoïde et la transportent au contact du vitellus, qui par là se trouve fécondé. Mais il est peu probable que ce phénomène se produise réellement, et il vaut mieux admettre en pareil cas, soit sur la membrane vitelline elle-même, soit sur une enveloppe secondaire de l'œuf (chorion, coque), l'existence d'un micropyle, qui serait jusqu'à présent demeuré inaperçu. Il est du reste probable que l'extension du micropyle dans la série animale, est beaucoup plus considérable qu'on ne l'admet généralement.

Dès que le spermatozoïde a traversé l'enveloppe de l'œuf pour pénétrer dans le liquide périvitellin, le vitellus présente des modifications remarquables. Ainsi que Fol l'a observé chez l'Étoile de mer (67), « avant qu'aucun contact ait eu lieu entre le zoosperme et le vitellus, le protoplasme de ce dernier s'amasse du côté qui fait face au spermatozoïde, et y constitue une mince couche hyaline qui recouvre le vitellus granuleux ; puis cette couche transparente se soulève à son centre en une bosse qui s'avance à la rencontre de l'élément mâle. La bosse se change en un cône, et bientôt on voit un mince filet de protoplasme établir la communication entre le sommet du cône et le corps du zoosperme. Ce dernier s'allonge et s'écoule pour ainsi dire dans le vitellus. La queue reste seule au dehors, où on peut la distinguer encore quelques minutes. »

Suivant Selenka (102), chez l'Oursin, le spermatozoïde n'exercerait point d'attraction à distance sur le vitellus, mais s'enfoncerait simplement dans celui-ci. Sa queue, qui devient bientôt immobile, reste au dehors. Häckel a vu un fait semblable chez les Calcisponges (11), Bütschli chez les Nématodes (9). Le spermatozoïde ne s'enfoncerait pas toutefois immmédiatement dans le vitellus, mais resterait quelque temps à la surface de celui-ci, et s'y transformerait en un corps clair, réfringent et faisant une légère saillie. Ce corps, qui a été vu par Bütschli chez les Nématodes et les Hirudinées, par Hatschek chez les Bryozoaires, par Hertwig chez les Hirudinées, disparaît ensuite, sa substance se fusionnant avec celle du protaplasme vitellin qui est venu s'amasser au-dessous de lui.

Bientôt la masse protoplasmique s'enfonce dans le vitellus, en se dirigeant vers le centre, non en vertu d'un mouvement propre, mais plutôt grâce aux contractions du vitellus qui favorisent son déplacement. Autour d'elle, les granulations vitellines se disposent en rayonnant : la figure formée par l'ensemble du soleil et de la masse protoplasmique placée au centre de ce dernier mérite dès lors le nom d'*aster mâle,* sous lequel Fol la désigne, de même qu'il convient d'appeler *pronucléus mâle* ou *noyau spermatique* la petite formation nucléaire qui ne tarde pas à s'y différencier.

Bütschli donne aussi au pronucléus mâle et au pronucléus femelle le nom de *noyaux primaires.* Il fait remarquer avec raison qu'ils offrent la même structure et les mêmes réactions que le noyau de segmentation qu'ils sont destinés à former. On ne saurait donc les considérer avec Selenka (61) comme des germes du noyau (Kernkeime), car un germe doit se distinguer essentiellement du produit qui en dérive, et les deux pronucléi ne diffèrent du noyau de segmentation que par leur taille, qui est plus petite.

Le pronucléus femelle ne prend pas toujours naissance avant le pronucléus mâle. Dans tous les cas où, comme chez les Hirudinées, la fécondation est prématurée, c'est l'inverse qui a lieu. D'autres fois, les deux pronucléi se forment en même temps à la périphérie du vitellus, comme cela se voit chez les petits Nématodes. Quoi qu'il en soit, ces deux pronucléi tendent à se rapprocher l'un de l'autre; ils se rencontrent au centre du vitellus ou en un point quelconque de sa substance, s'aplatissent l'un contre l'autre, et se fusionnent enfin pour former le *noyau de segmentation*. Celui-ci, s'il a pris naissance en un point excentrique, se porte alors au centre du vitellus.

Le noyau de segmentation ne reste pas longtemps inactif. Il ne tarde pas à s'allonger, en même temps qu'il se différencie, comme la vésicule germinative, en un corps fusiforme et fibreux, qui prend le nom de *fuseau de segmentation* et une masse hyaline qui devient libre. Celle-ci s'amasse aux deux extrémités du fuseau, s'unit intimement à une quantité variable de protoplasme vitellin qui vient se joindre à elle, et devient bientôt le centre d'un soleil. On se trouve ainsi en présence de la *figure karyolytique* (*haltère* d'Auerbach ou *amphiaster* de Fol).

Bütschli fait justement remarquer que la cause du phénomène de radiation qu'on observe alors dans le vitellus siége dans la zone centrale de chaque aster. C'est uniquement autour de celle-ci que les rayons se disposent comme autour d'un centre, et non autour des extrémités du noyau. Ce qui a pu donner lieu à cette dernière opinion, ce sont les cas assez fréquents où l'extrémité du fuseau de segmentation coïncide avec le centre de la zone centrale; mais cette explication, adoptée par Strasburger, ne se soutient plus dans les cas où, comme chez la Nephelis, les extrémités du fuseau de segmentation n'arrivent qu'a la périphérie des zones centrales.

Le fuseau de segmentation s'étire de plus en plus, en subissant des modifications qui nous sont bien connues; finalement il se divise, et sa division ne tarde pas à être suivie de celle du vitellus. C'est alors que prennent naissance les noyaux filles. Nous avons exposé dans la partie spéciale comment ils provenaient des deux moitiés de la *lame nucléaire*. Parvenues chacune à une extrémité du fuseau de segmentation, celles-ci se transforment en une ou plusieurs petites masses claires qui se fusionnent plus ou moins rapidement en une seule, et celle-ci s'accroît alors en absorbant le segment correspondant du fuseau.

On a dit que le noyau et son entourage étaient sans influence sur la segmentation de l'œuf, et à l'appui de cette thèse on citait des cas où, comme chez l'Hydre, on n'avait observé aucun noyau dans l'œuf en segmentation. Mais l'absence du noyau dans l'œuf arrivé à ce stade du développement est loin d'être démontrée. Keinenberg, au cours de ses recherches, ne dit point s'être servi de réactifs colorants, et il est certain que, s'il l'eût fait, il serait parvenu à déceler dans l'ovule la présence d'un noyau. Du reste, ce qui contredit cette manière de voir, ce sont les cas si nombreux où le noyau occupe une position excentrique ; le plan de segmentation coïncide toujours alors avec le plan de la lame nucléaire, c'est-à-dire qu'il passe par le milieu de la longueur des fuseaux de segmentation.

Quelles sont les substances qui entrent dans la composition du noyau de segmentation ? Tout d'abord, un segment du fuseau de direction (et par conséquent de la vésicule germinative), qui a perdu sa structure fibrillaire pour se résoudre en un amas de gouttelettes claires se réunissant plus ou moins vite en un seul corps homogène, qui est le pronucléus femelle ; puis une portion provenant du spermatozoïde, que ce soit la tête, comme le veulent Bütschli, Hertwig et d'autres, ou le cou, c'est-à-dire le segment moyen, comme l'a dit récemment Selenka ; enfin une substance claire et homogène qui forme primitivement le centre de l'aster mâle, et aux dépens de laquelle s'accroît le pronucléus mâle. Les auteurs considèrent cette dernière substance comme du protoplasme vitellin. Ne pourrait-on pas y voir plutôt cette partie de la vésicule germinative qui s'est dissoute dans le vitellus au moment où se formait le fuseau de direction ? Notre opinion ne repose sur aucune observation directe, mais elle nous semble plus admissible que celle qui est généralement acceptée. Le volume du fuseau de segmentation est moins considérable que celui du noyau de segmentation : c'est cette partie provenant de la vésicule germinative qui se trouverait encore mise en liberté en ce moment-là, et qui se répartirait également entre les diverses sphères de segmentation. Ce n'est là qu'une hypothèse ; mais l'opinion d'Auerbach, de Bütschli, d'Hertwig, etc., n'est elle-même qu'une simple supposition, et, tout bien considéré, notre manière de voir nous semble la plus rationnelle.

Telles sont, exposées rapidement, les déductions que l'on peut tirer de l'exposé bibliographique qui précède. Avant de terminer cette étude, il importe encore de faire ressortir d'une manière générale la portée des phénomènes qui accompagnent la segmentation du vitellus.

Le processus de multiplication des noyaux que nous avons décrit dans l'œuf n'a pas été seulement observé chez celui-ci. On l'a retrouvé dans les éléments anatomiques les plus divers, aussi bien dans le règne végétal que dans le règne animal. Strasburger a montré que les phénomènes de division du noyau sont presque identiques chez les plantes et chez les animaux ; mais cette analogie ne se soutient que jusqu'au moment où se divise la lame nucléaire : à partir de ce stade, on voit en effet dans les cellules végétales se produire, au milieu des fibres du noyau fusiforme, des nodosités qui par leur réunion constituent la *lame cellulaire* (Zellplatte). Cette lame cellulaire joue un rôle très-important, non-seulement dans l'acte de la séparation des deux moitiés du noyau, mais aussi dans l'acte de la division de la cellule tout entière. Elle n'est pourtant pas spéciale au règne végétal : on la retrouve chez les Hirudinées et les Mollusques ; mais chez ces animaux elle ne semble jouer aucun rôle bien défini.

Strasburger a constaté ces phénomènes aussi bien dans l'ovule des Conifères que dans la cellule qui produit le pollen chez les Alliacées, et dans celle qui, chez les Acotylédones, donne naissance aux spores, etc. D'autre part, Bütschli les a retrouvés dans les organes les plus divers et chez les animaux les plus différents. On peut ramener à ce type les modifications dont sont le siége, au moment de leur multiplication, les nucléoles des Infusoires (les prétendus spermatozoïdes ne seraient alors que les fibres longitudinales

du noyau fusiforme); les globules blancs du sang de Triton et de Grenouille; les cellules qui, chez le Mesostomum et la Blatta germanica, donnent naissance aux spermatozoïdes [1]; les cellules qui, chez le Mesostomum, formeront les organes sexuels femelles. Il faut peut-être faire une exception en faveur des cellules du cartilage; elles se multiplient suivant un processus qui semble s'écarter assez considérablement de la forme typique observée dans l'ovule, et que Bütschli croit devoir rapprocher de la division du noyau des Infusoires.

Nous pourrions multiplier ces faits; mais les quelques exemples que nous venons de citer sont assez variés pour qu'il nous soit permis de conclure que, dans la plupart des cellules animales en voie de multiplication (et peut-être dans toutes), le noyau présente des modifications plus ou moins identiques aux phénomènes typiques que nous avons décrits dans le noyau de segmentation de l'ovule animal. Les histologistes s'étaient, jusqu'à ce jour, accordés pour décrire la multiplication des noyaux des cellules animales comme se faisant par simple division en deux moitiés, après multiplication préalable des nucléoles. Il est probable que ces phénomènes se produisent dans bien des cas; mais les faits que nous venons de rapporter démontrent que cette théorie si simple ne saurait être toujours invoquée.

Vienne, décembre 1877.

BIBLIOGRAPHIE.

1. **J. Carter.** — In Annals and Magazine of Natural History, 1856.
2. L. Cienkowski. — *Ueber Schwärmerbildung bei Radiolarien*, in Arch. f. mikr. Anat. VII, 1871.
3. R. Gabriel. — *Untersuchungen über Morphologie, Zeugung und Entwickelung der Protozoen*, in Gegenbaur's morphol. Jahrbuch, I, 1876.
4. Balbiani. — *Note relative à l'existence d'une génération sexuelle chez les Infusoires*, in Journ. de la Physiol., I, 1858.
5. Balbiani. — *Recherches sur les phénomènes sexuels des Infusoires*, in Journ. de la Physiol., IV, 1861.
6. Fr. Stein. — *Organismus der Infusionsthiere.* Leipzig, 1859-1867.
7. A. Kölliker. — *Icones histologicæ oder Atlas der vergleichenden Gewebelehre*, I. Abtheil : *der feinere Bau der Protozoen.* Leipzig, 1864.
8. Claparède et Lachmann. — *Études sur les Infusoires et les Rhizopodes.* 3e partie : *Reproduction des Infusoires.* Genève et Bâle, 1868.
9. O. Bütschli. — *Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle, die Zelltheilung und die Conjugation der Infusorien*, in Abhandl. der Senckenberg. naturf. Gesell. zu Frankfurt, X, 1876.

(1) Tout récemment, C. Grobben (*Beiträge zur Kenntniss der männlichen Geschlechtsorgane der Dekapoden nebst vergleichenden Bemerkungen über die der übrigen Thoracostraken*, in Arbeiten a. d. zool. Instit. d. Univers. Wien u. d. zool. Station in Triest, I, 1878) a encore décrit et figuré (pl. III, fig. 17) pour le spermatoblaste de l'Astacus leptodactylus en train de se diviser, un aspect qui rappelle tout à fait celui du noyau fusiforme de l'ovule sur le point de se segmenter.

10. Th. W. Engelmann. — *Ueber Entwickelung und Fortpflanzung von Infusorien*, in Gegenbaur's morphol. Jahrbuch, I, 1876.

11. E. Häckel. — *Ueber die sexuelle Fortpflanzung und das natürliche System der Schwämme*, in Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss., VI, 1871.

12. E. Häckel. — *Die Kalkschwämme. Eine Monographie.* 3 Bd. Berlin, 1872.

13. E. Metschnikoff. — *Zur Entwickelungsgeschichte der Kalkschwämme*, in Zeitschr. f. wiss. Zool., XIV, 1874. — *On the Development of the Calcispongiæ*, in Ann. of nat. history, XVI, 1875.

14. F.-E. Schultze. — *Ueber den Bau und die Entwicklung von Sycandra raphanus*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. XXV suppl., 1875.

15. Ch. Barrois. — *Sur l'embryologie de quelques Éponges de la Manche*, in Annales des sc. nat. Zoologie, 6e série, III, 1876.

16. H.-J. Carter. — *On the Spongozoa of Halisarca Dujardini*, in Ann. of nat. hist., XIII, 1874.

17. Carter. — *On Halisarca lobularis*, in Ann. of nat. hist. XIII, 1874.

18. Carter. — *On the Nature of the Seed-like Body of Spongilla; and on the Presenze of Spermatozoa in the Spongida*, in Ann. of nat. hist. XIV, 1874.

19. Carter. — *Development of the Marine Sponges from the earliest Recognizable Appearance of the Ovum to the Perfected Individuum*, in Ann. of nat. hist., XIV, 1874.

20. F.-E. Schultze. — *Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung der Spongien: die Gattung Halisarca*, in Zeitschr. f. wiss. Zool., XXVIII, 1877.

21. N. Kleinenberg. — *Hydra. Eine anatomisch-entwicklungsgeschichtliche Untersuchung.* Leipzig, 1872.

22. J. Fullagar. — *On the Development of Hydra vulgaris from Ova*, in Monthly micr. Journal, XII, 1874.

23. Z. Gerbe. — *Développement et métamorphoses de la Coryna squamata*, in Journ. de l'Anat. et de la Physiol., XI, 1875.

24. E. Häckel. — *Zur Entwicklungsgeschichte der Siphonophoren.* Preisschrift. Utrecht, 1869.

25. H. Fol. — *Die erste Entwicklung der Geryonideneies*, in Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss., VII, 1873.

26. E. Metschnikoff. — *Studien über die Entwickelung der Medusen und Siphonophoren*, in Zeitschr. f. wiss. Zool., XXIV, 1874.

27. A. Kowalewsky. — *Entwicklungsgeschichte der Rippenquallen*, in Mém. de l'Acad. des sc. de Pétersbourg, 7e série, X, 1866.

28. H. Fol. — *Beiträge zur Anatomie und Entwicklung der Rippenquallen.* Berlin, 1869.

29. Al. Agassiz. — *On the Embryology of the Ctenophoræ*, in Memoirs of the Amer. Acad. of Arts and Sciences, X, 1874.

30. Keferstein. — *Beiträge zur Anatomie und Entwickelunsgeschichte einiger Seeplanarien.* Göttingen, 1868.

31. Ed. van Beneden. — *Recherches sur la composition et la signification de l'œuf*, in Mém. couronnés de l'Acad. de Belgique, XXXIV, 1868.

32 E. Zeller. — *Weiterer Beitrag zur Kenntniss der Polystomen*, in Zeitschr. f. wiss. Zool., XXVII, 1877.

33. E. Metschnikoff. — *Studien über die Entwickelung der Echinodermen und Nemertinen*, in Mém. de l'Acad. de Pétersbourg, 7e série, XIV, 1869.

34. E. Selenka. — *Eifurchung und Larvenbildung von Phascolosoma elongatum Kef.*, in Zeitschr. f. wiss. Zool., XXV, 1875.

35. O. Bütschli. — *Beiträge zur Kenntniss der freilebenden Nematoden*, in Nova Acta der Ksl. Leop-. Carol. Acad. XXXVI, 1873.

36. Auerbach. — *Organologische Studien.* Breslau, 1874.

37. O. Bütschli. — *Vorläufige Mittheilung über Untersuchungen betreffend die ersten Entwicklungvorgänge im befruchteten Ei von Nematoden und Schnecken*, in Zeitschr. f. wiss. Zool., XXV, 1875.

38. O. Bütschli. — *Zur Entwickelungsgeschichte der Cucullanus elegans*, in Zeitschr. f. wiss. Zool., XXVI, 1876.

39. Al. Brandt. — *Ueber die Eifurchung der Ascaris nigrovenosa*, in Zeitschr. f. wiss. Zool., XXVIII, 1877.

40. P. Hallez. — *Sur le développement de l'Anguillula aceti*, in Revue des sc. nat., V, 1877.

41. A. Kowalewsky. — *Beiträge zur Anatomie und Entwickelungsgeschichte des Loxosoma neapolitanum*, in Mém. de l'Acad. des sc. de Pétersbourg, 7e série, X, 1866.

42. Uljanin. — *Zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Pedicellina*, in Bull. de la Soc. des naturalistes de Moscou, 1869.

43. W. Salensky. — *Études sur les Bryozoaires entoproctes*, in Annales des sc. nat. Zool., 6e série, V, 1877.

44. B. Hatschek. — *Embryonalentwicklung und Knospung der Pedicellina echinata*, in Zeitschr. f. wiss. Zool., XXIX, 1877.

45. A. Kowalewsky. — *Entwickelungsgeschichte der einfachen Ascidien*, in Mém. de l'Acad. des sc. de Pétersbourg, 7e série, X, 1866.

46. C. Kupffer. — *Die Stammverwandtschaft zwischen Ascidien und Wirbelthieren*, in Arch. f. mikr. Anat., VI, 1870.

47. A. Giard. — *Étude critique des travaux d'embryogénie relatifs à la parenté des Vertébrés et des Tuniciers*, in Arch. de Zool. expérimentale, I, 1872.

48. A. Kowalewsky. — *Ueber die Entwickelungsgeschichte der Pyrosoma*, in Arch. f. mikr. Anat., XI, 1875.

49. Ch. Robin. — *Mémoire sur le développement embryogénique des Hirudinées*, in Mém. de l'Acad. des sciences, XL, 1876.

50. E. Strasburger. — *Ueber Zellbildung und Zelltheilung*, 2te Auflage. Iena, 1876.

51. O. Hertwig. — *Beiträge zur Kenntniss der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies*. Erster Theil, in Gegenbaur's morphol. Jahrbuch, I, 1875.

52. O. Hertwig. — *Beiträge zur Kenntniss der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies*. Zweiter Theil, in Gegenbaur's morphol. Jahrbuch, III, 1877.

53. O. Hertwig. — *Weitere Beiträge zur Kenntniss der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies*, in Gegenbaur's morphol. Jahrbuch, III, 1877.

54. Fr. Ratzel et M. Warschawsky. — *Zur Entwicklungsgeschichte des Regenwums*, in Zeitschr. f. wiss. Zool., XVIII, 1868.

55. Fr. Ratzel. — *Vorläufige Nachricht über die Entwicklungsgeschichte von Lumbricus und Nephelis*, in Zeitsch. f. wiss. Zool., XVIII, 1868.

56. A. Kowalewsky. — *Embryologische Studien an Würmern und Arthropoden*, in Mém. de l'Acad. des sc. de Pétersbourg, 7e série, XVI, 1871.

57. S.-L. Schenk. — *Entwickelungsvorgänge im Eichen von Serpula nach der künstlichen Befruchtung*, in Wiener Sitzungsber. der Akad., LXX, 1874.

58. S.-L. Schenk. — *Bemerkungen über den Keimfleck*, in Schenk's Mittheil. aus dem embryol. Institute, I, 1877.

59. H. Ludwig. — *Ueber die Ordnung Gastrotricha*, in Zeitschr. f. wiss. Zool., XXVI, 1876.

60. A. Kowalewsky. — *Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Holothurien*, in Mém. de l'Acad. des sc. de Pétersbourg, 7e série, XI, 1867.

61. E. Selenka. — *Embryologie von Cucumaria doliolum*, in Sitzungsber. d. physik.-med. Gesell. zu Erlangen, 1875.

62. Ed. van Beneden. — *Contributions à l'histoire de la vésicule germinative et du noyau embryonnaire*, in Bull. de l'Acad. des sc. de Belgique, 2e série, XLI, 1876.

63. R. Greeff. — *Ueber den Bau und die Entwicklung der Echinodermen: Ueber das Verschwinden des Keimbläschens und Keimflecks im Ei des Asteracanthion rubens*. 5te Mittheil, in Sitzber. d. Gesell. zu Beförderung der gesammten Naturwiss. zu Marburg, mai 1876.

64. S.-L. Schenk. — *Die Vertheilung des Farbstoffes im Eichen während des Furchungsprocesses*, in Wiener Sitzungsber., LXXIII, 1876.

65. E. Selenka. — *Zur Entwickelung der Holothurien*, in Zeitschr. f. wiss. Zool., XXVII, 1876.

66. H. Fol. — *Sur les phénomènes intimes de la fécondation*, in Compt. rend., LXXXIV, 1877.

67. H. Fol. — *Sur le premier développement d'une Étoile de mer*, in Compt. rend., LXXXIV, 1877.
68. A. Giard. — *Sur les modifications que subit l'œuf des Méduses phanérocarpes avant la fécondation*, in Compt. rend., LXXXIV, 1877.
69. J. Pérez. — *Sur la fécondation de l'œuf chez l'Oursin*, in Compt. rend., LXXXIV, 1877.
70. H. Fol. — *Sur quelques fécondations anormales chez l'Étoile de mer*, in Compt. rend., LXXXIV, 1877.
71. H. Fol. — *Note sur la fécondation de l'Étoile de mer et de l'Oursin*, in Compt. rend., LXXXV, 1877.
72. J. Pérez. — *Réponse à Fol* (n° 71), in Compt. rend., LXXXV, 1877.
73. A. Giard. — *Sur la fécondation des Échinodermes*, in Compt. rend., LXXXV, 1877.
74. H. Fol. — *Encore un mot sur la fécondation des Échinodermes*, in Compt. rend., LXXXV, 1877.
75. Ed. van Beneden et Em. Bessels. — *Mémoire sur la formation du blastoderme chez les Amphipodes, les Lernéens et les Copépodes*, in Mém. de l'Acad. des sciences de Belgique, 1869.
76. Ed. van Beneden. — *Recherches sur l'embryogénie des Crustacés*, in Bull. de l'Acad. des sc. de Belgique, 2e série, XXVIII, 1869, et XXIX, 1870.
77. P. Mayer — *Zur Entwicklungsgeschichte der Dekapoden*, in Jen. Zeitschr. f. Naturw., XI, 1877.
78. O. Bobretzky. — *Zur Embryologie des Oniscus murarius*, in Zeitsch. f. wiss. Zool., XXIV, 1874.
79. Balbiani. — *Mémoire sur le développement des Aranéides*, in Ann. des sc. nat., Zool., 5e sér., XVIII, 1873.
80. Ant. Stecker. — *Die Entwicklung der Chtonius- Eier im Mutterleibe und die Bildung des Blastoderms.*, in Sitzungsber. der böhm. Ges. der Wiss. in Prag, 1876.
81. H. Ludwig. — *Ueber die Bildung des Blastodermsbei den Spinnen*, in Zeitschr. f. wiss. Zool., XXVI, 1876.
82. Claparède. — *Studien an Acarien*, in Zeitschr. f. wiss. Zool., XVIII, 1868.
83. O. Grimm. — *Beiträge zur Lehre von der Fortpflanzung und Entwickelung der Arthropoden*, in Mém. de l'Acad. des sc. de Pétersbourg, 7e sér., XVII, 1872.
84. M. Ganin. — *Beiträge zur Erkenntniss der Entwickelungsgeschichte bei den Insecten*, in Zeitschr. f. wiss. Zool., XIX, 1869.
85. M. Ganin. — *Ueber die Embryonalhülle der Hymenopteren- und Lepidopteren-Embryonen.*, in Mém. de l'Acad. des sc. de Pétersbourg, 7e sér., XIV, 1870.
86. E. Metschnikoff. — *Embryologische Studien an Insecten.*, in Zeitschr. f. wiss. Zool., XVI, 1866.
87. Balbiani. — *Sur la reproduction et l'embryogénie des Pucerons*, in Journ. de l'Anat., III, 1866.
88. Balbiani. — *Mémoire sur la génération des Aphides*, in Ann. des Sc. nat., Zool., 5e sér., XIV, 1870, et XV, 1872.
89. O. Grimm. — *Die ungeschlechtliche Fortpflanzung einer Chironomus-Art und deren Entwickelung aus dem unbefruchteten Ei*, in Mém. de l'Acad. des sc. de Pétersbourg, 7e sér., XV, 1870.
90. P.-E. Müller. — *Jagttagelser over nogle Siphonophorer*, in Schioedte's Naturhistorisk Tidskrift, 3e sér., VII, 1871.
91. A. Schneider. — *Untersuchen über Plathelminthen*, in Jahresber. der oberhessischen Gesellsch. f. Natur- und Heilkunde, 1873.
92. Semper. — *Ueber die Entstehung der geschichteten Cellulose-Epidermis der Ascidien*, in Arbeiten aus dem zool. — zoot. Institute in Würzburg, II, 1875.
93. W. Flemming. — *Ueber die Entwicklungserscheinungen am Ei der Teichmuschel*, in Arch. f. mikr. Anat., X, 1874.
94. W. Flemming. — *Studien in der Entwicklungsgeschichte der Najaden*, in Wien. Sitzungsber. der Akad., LXXI, 1875.
95. C. Rabl. — *Ueber die Entwickelungsgeschichte der Malermuschel*, in Jen. Zeitschr. f. Naturw., X, 1876.
96. H. Fol. — *Sur le développement der Ptéropodes*, in Compt. rend., LXXX, 1875.

97. H. Fol. — *Études sur le développement des Mollusques,* in Arch. de zool. expérim., IV, 1875.

98. P. Langerhans. — *Zur Entwicklung der Gastropoden Opistobranchien,* in Zeitschr. f. wiss. Zool., XXIII, 1873.

99. E. Selenka. — *Die Anlage der Keimblätter bei Purpura lapillus,* in Niederländ. Arch. f. Zool., I, 1872.

100. E. Selenka. — *Die Entwicklung von Tergipes claviger,* in Niederländ. Arch. f. Zool., I, 1872.

101. N. Bobretzky. — *Studien über die embryonale Entwickelung der Gastropoden,* in Arch. f. mikr. Anat., XIII, 1876.

102. E. Selenka. — *Beobachtungen über die Befruchtung und Theilung des Eies von Toxopneustes variegatus.* Erlangen, 1877.

103. J. Oellacher. — *Beiträge zur Geschichte des Keimbläschens im Wirbelthiereie,* in Arch. f. mikr. Anat., VIII, 1872.

104. J. Oellacher. — *Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Knochenfische nach Beobachtungen am Bachforelleneie,* in Zeitschr. f. wiss. Zool., XXII, 1872.

105. Z. Gerbe. — *Du lieu où se forme la cicatricule chez les Poissons osseux,* in Journ. de l'Anat. et de la Physiol., XI, 1875.

106. Ch. van Bambeke. — *Sur les trous vitellins que présentent les œufs fécondés des Amphibiens,* in Bull. de l'Acad. de Belgique, 2e sér., XXX, 1870.

107. Götte. — *Die Entwicklungsgeschichte der Unke als Grundlage einer vergleichenden Morphologie der Wirbelthiere.* Leipzig, 1875.

108. Ch. van Bambeke. — *Recherches sur l'embryologie des Batraciens,* in Bull. de l'Acad. de Belgique, 2e sér., XLI, 1876.

109. C. Weil. — *Beiträge zur Kenntniss der Befruchtung und Entwicklung des Kanincheneies,* in Stricker's med. Jahrbücher, 1873.

110. Ed. van Beneden. — *La maturation de l'œuf, la fécondation et les premières phases du développement embryonnaire des Mammifères, d'après des recherches faites chez le Lapin,* in Bull. de l'Acad. de Belgique, 2e sér., XL, 1875.

111. V. Hensen. — *Beobachtungen über die Befruchtung und Entwicklung des Kaninchens und Meerschweinchens,* in His' und Braune's Zeitschr. f. Anat. und Entwickelungsgesch., I, 1875.

112. Campana. — *Note sur la vie et la survie des spermatozoïdes à l'intérieur de l'œuf chez les Mammifères,* in Compt. rend., LXXXIV, 1877.

113. S.-L. Schenk. — *Das Säugethierei künstlich befruchtet ausserhalb des Mutterthieres.* in Mittheil. a. d. embryol. Inst., I, 2tes Heft, 1877.

114. C. Rabl. — *Ontogenie der Süsswasser- Pulmonaten,* in Jenaische Zeitschr., IX, 1875.

TABLE DES MATIÈRES

DU TOME QUATORZIÈME

ANATOMIE NORMALE

ANATOMIE PATHOLOGIQUE

PHYSIOLOGIE NORMALE

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE

NÉCROLOGIE

TABLE DES AUTEURS

Le propriétaire-gérant,

GERMER BAILLIÈRE.

TABLE DES PLANCHES

FIN DE LA TABLE DES PLANCHES ET DU TOME QUATRIÈME.

Saint-Denis. — Imprimerie CH. LAMBERT, 17, rue de Paris.

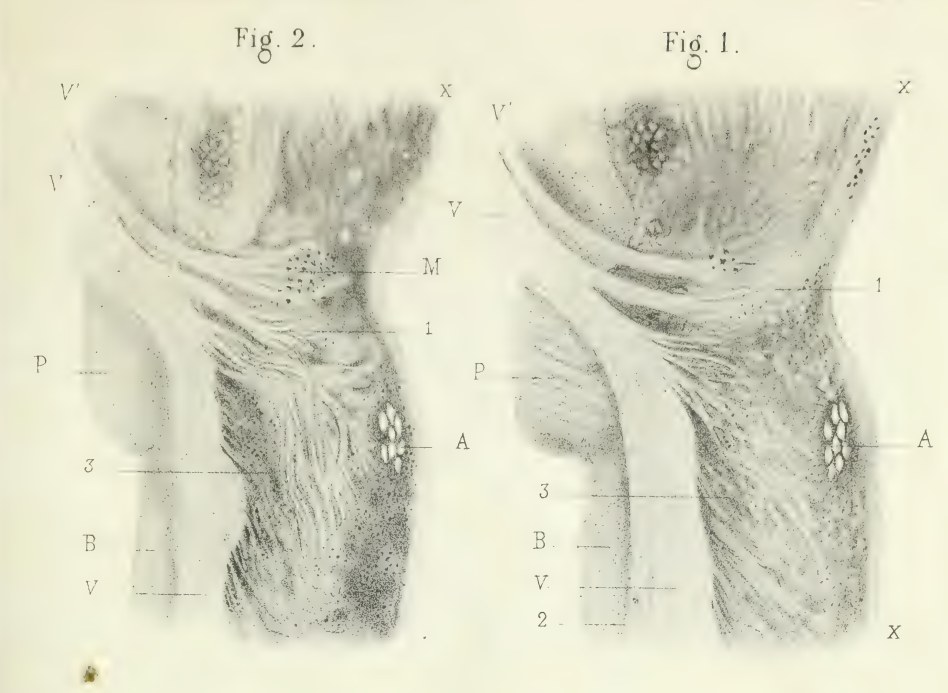


Fig. 4.

Fig. 3.

X
V
VII
P
OS
1
2
6
4
3
B
X

Math. Duval del.

Imp. Becquet Paris.

Nerfs crâniens. Pl. VII.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.

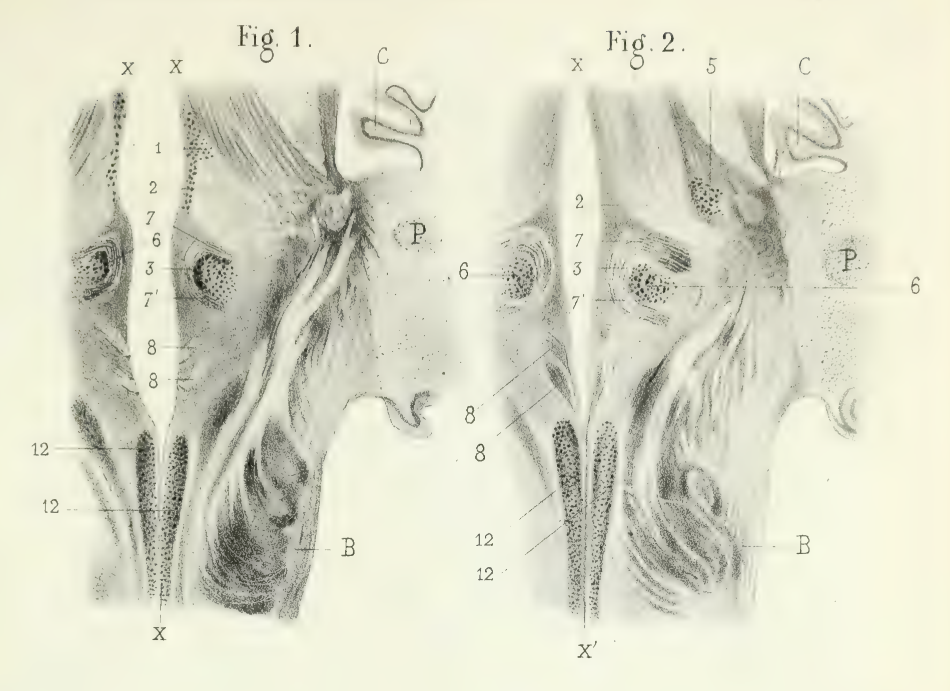


Fig. 3.

R
VII
5
M
VI
VI
7'
V
P
XII
XII
V
B
R

Fig. 4.

R
VII
VI
VI
7'
V
P
V
XII
XII
4
O
R

Math. Duval del.

Imp. Becquet, Paris.

Nerfs crâniens. Pl. VIII.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.

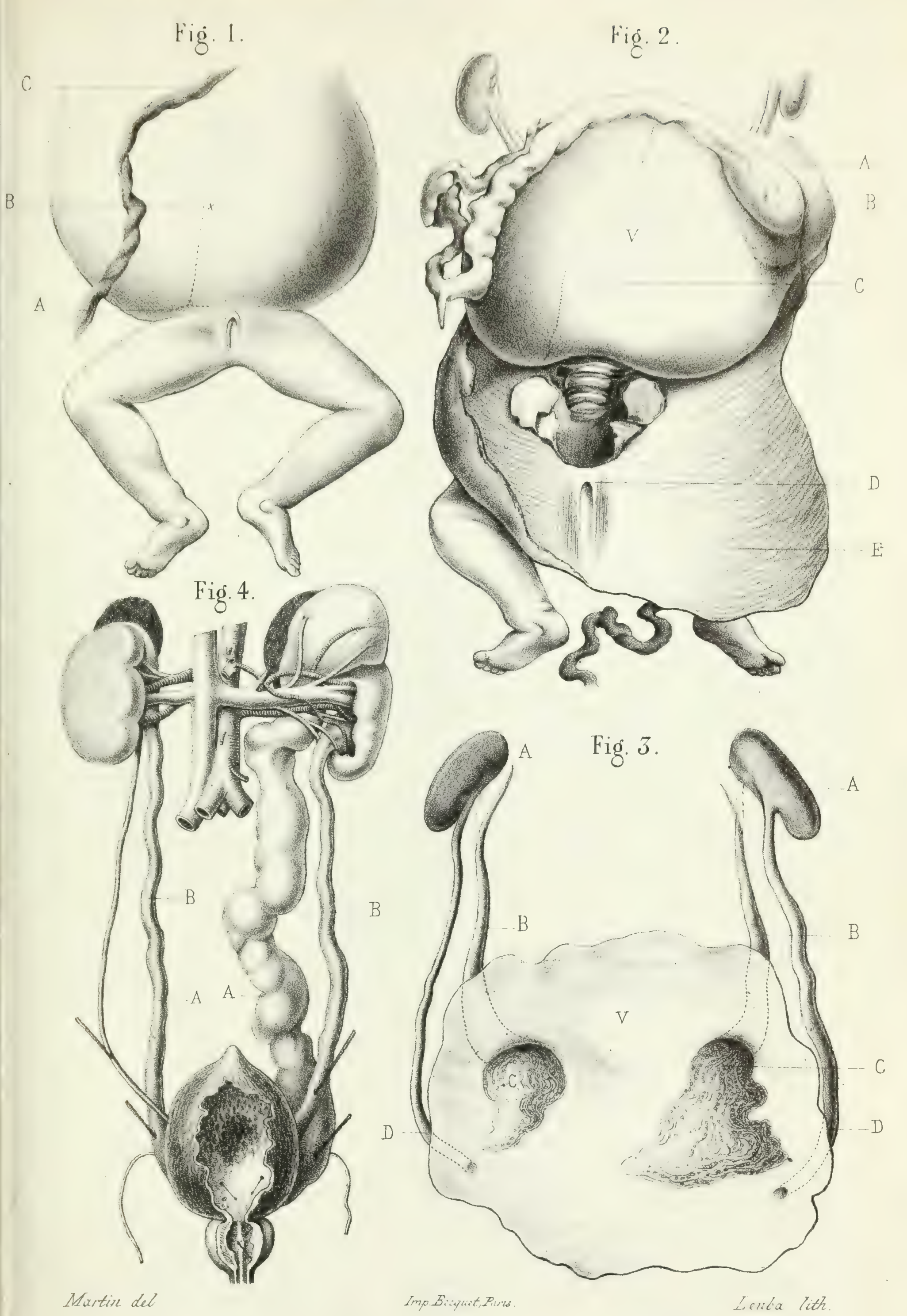
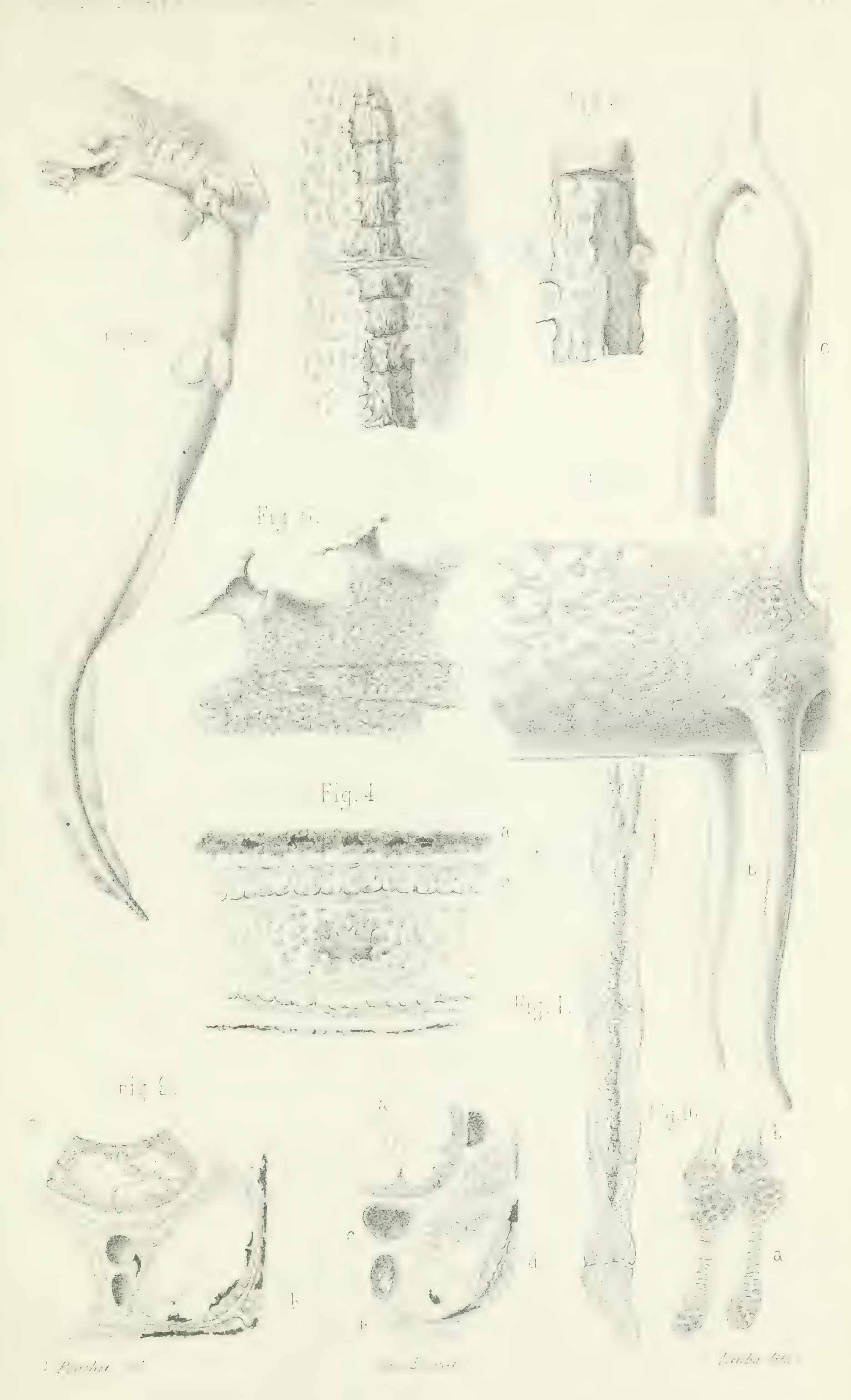


Fig. 1 – 3. Persistance des canaux de Müller.
Fig. 4. Cas de Boogaard.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.

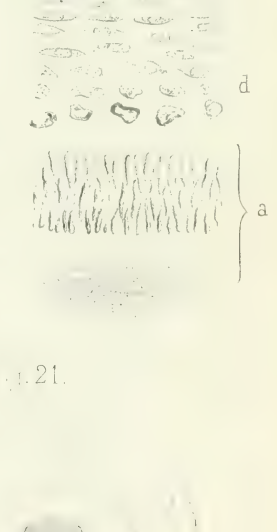


Développement du squelette des poissons.

Germer Baillière & Cie





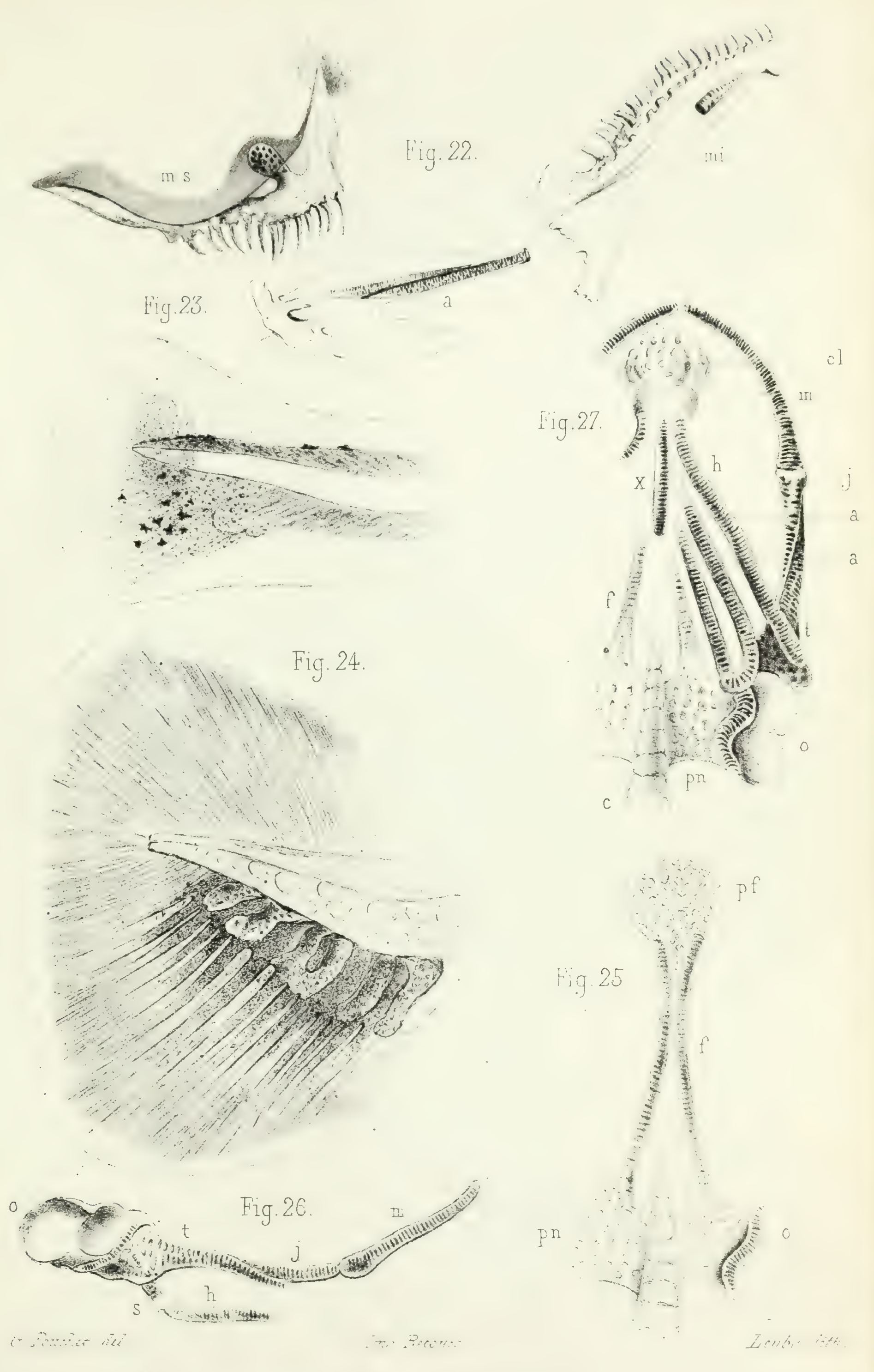




G. Pouchet del. Imp. Becquet. Leuba lith.

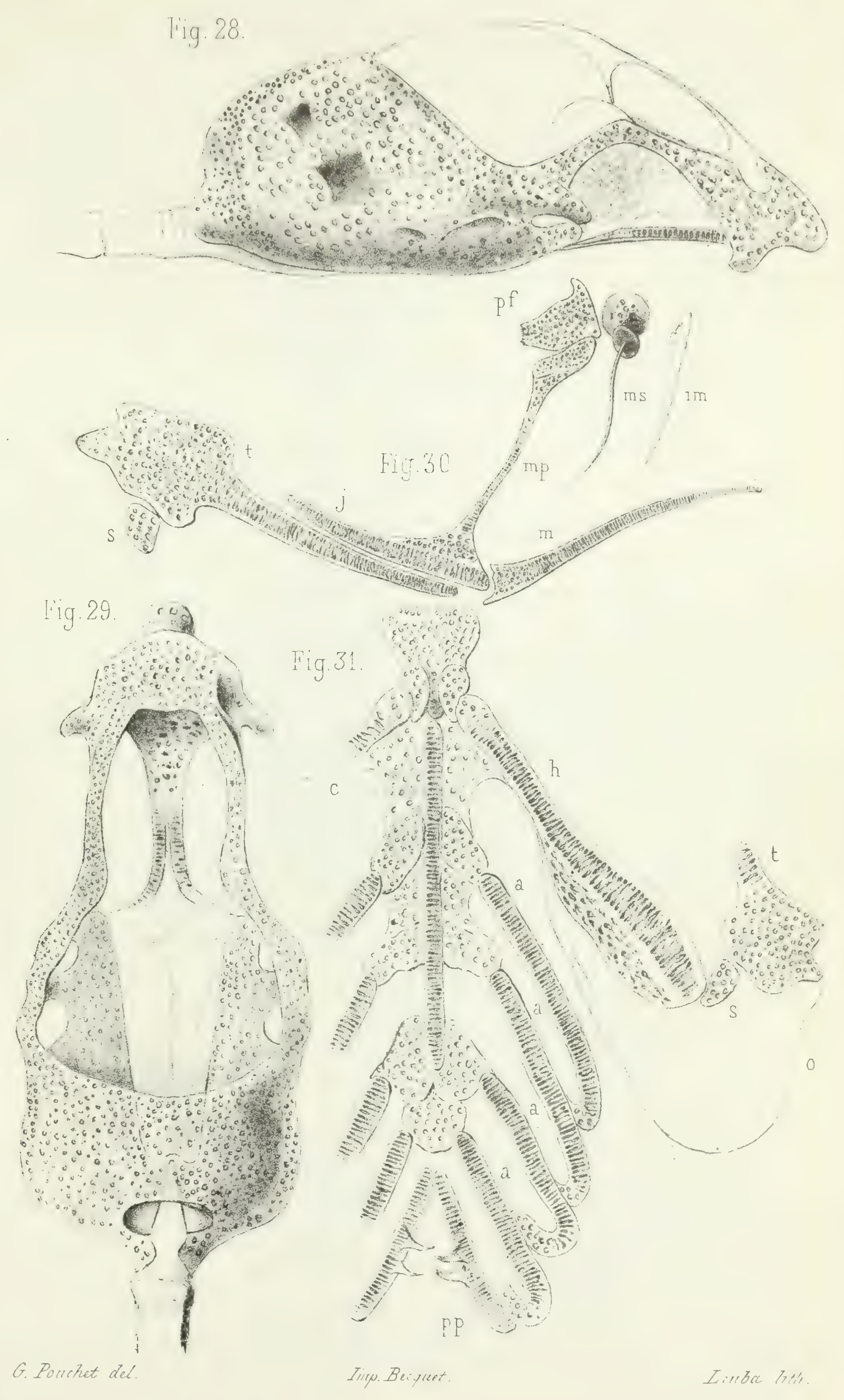
Développement du squelette des poissons.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



Développement du squelette des poissons.

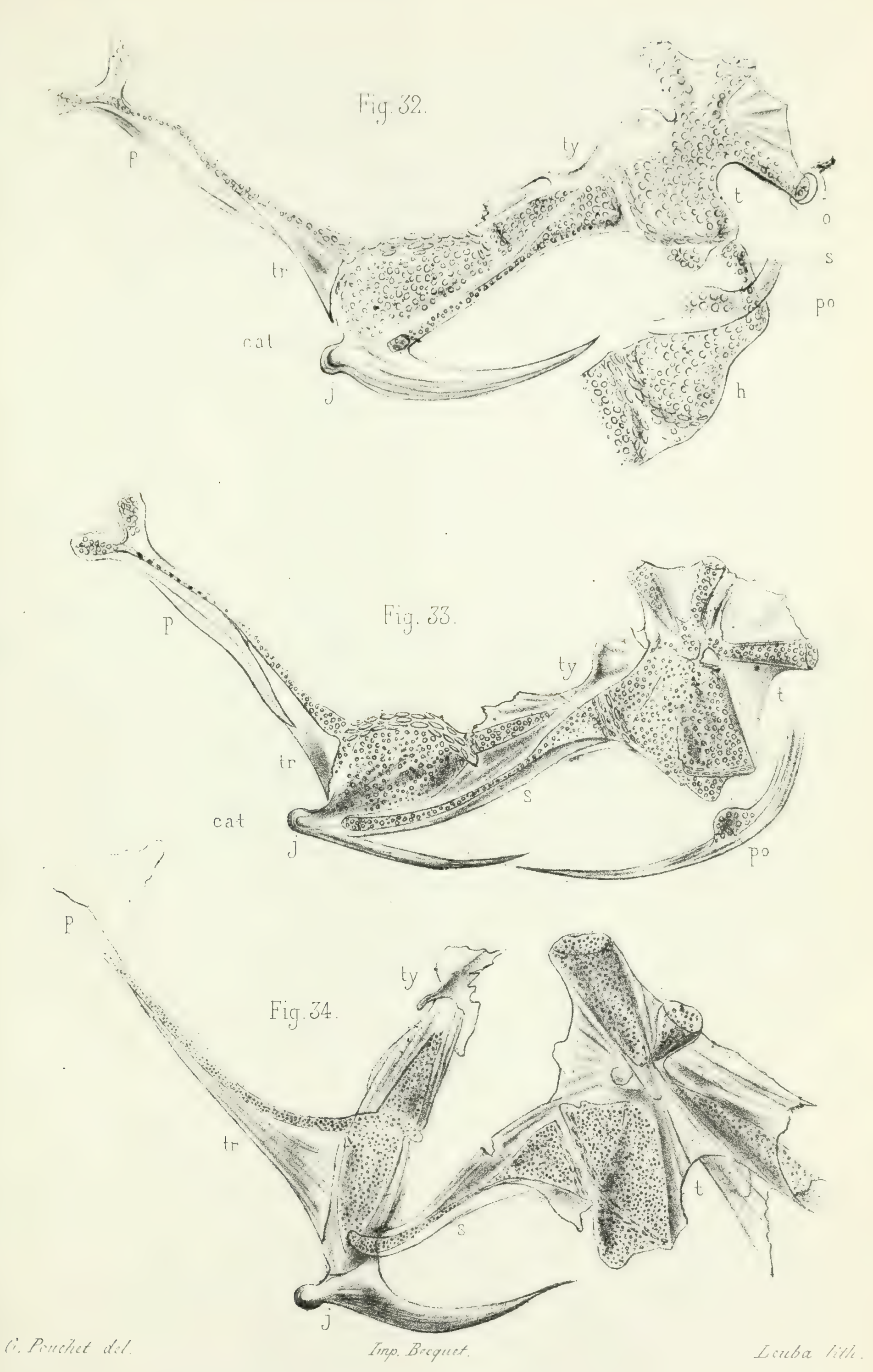
Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



G. Pouchet del. Imp. Becquet. Leuba lith.

Développement du squelette des poissons.

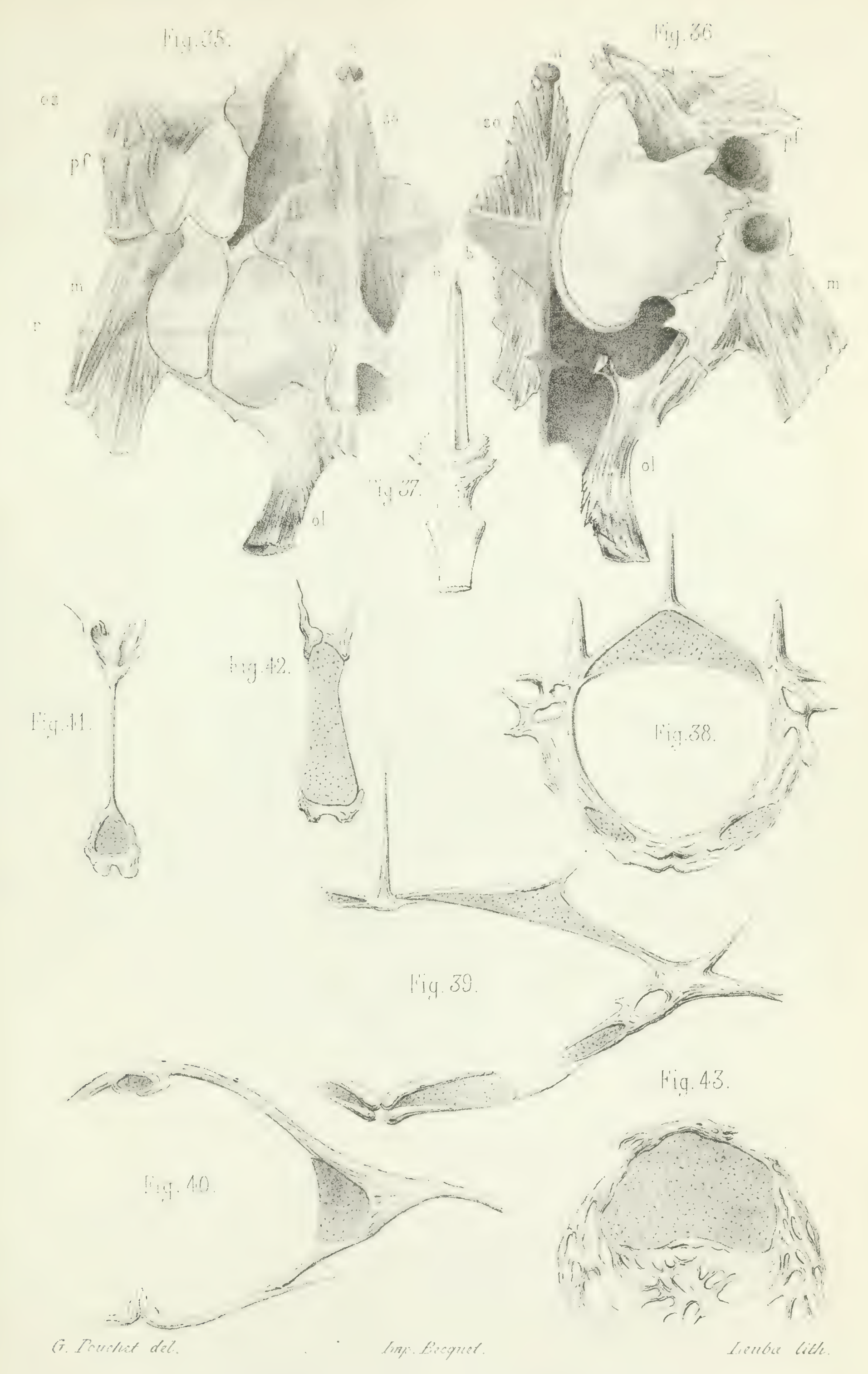
Germer Baillière & Cie à Paris



G. Pouchet del. Imp. Becquet. Leuba lith.

Développement du squelette des poissons.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



G. Pouchet del. Imp. Becquet. Leuba lith.

Développement du squelette des poissons.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.

Fig. 50.

Fig. 47.

Fig. 49.

Fig. 44.

Fig. 45.

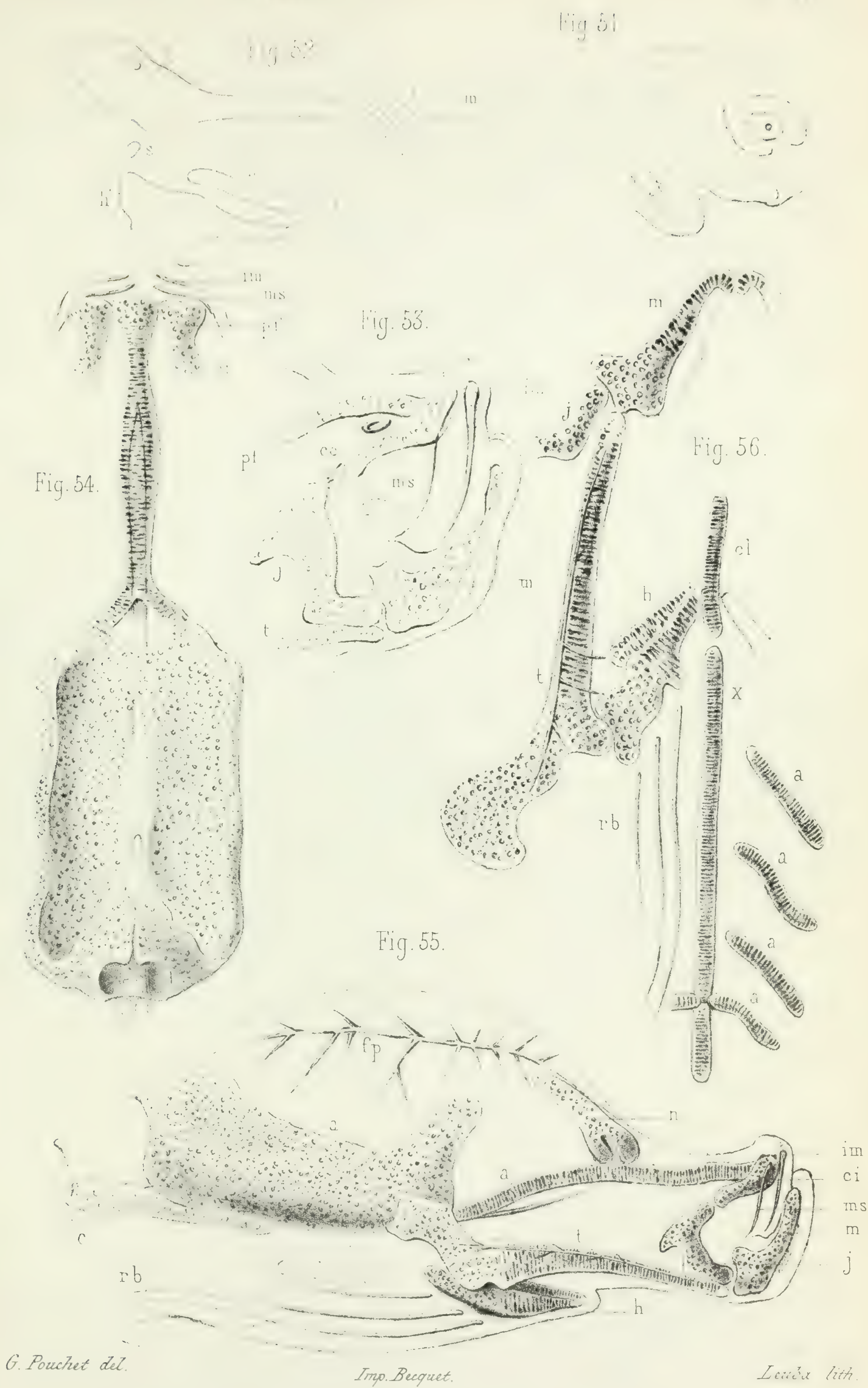
Fig. 48.

Fig. 46.

G. Pouchet del. — Imp. Becquet. — Leuba lith.

Développement du squelette des poissons.

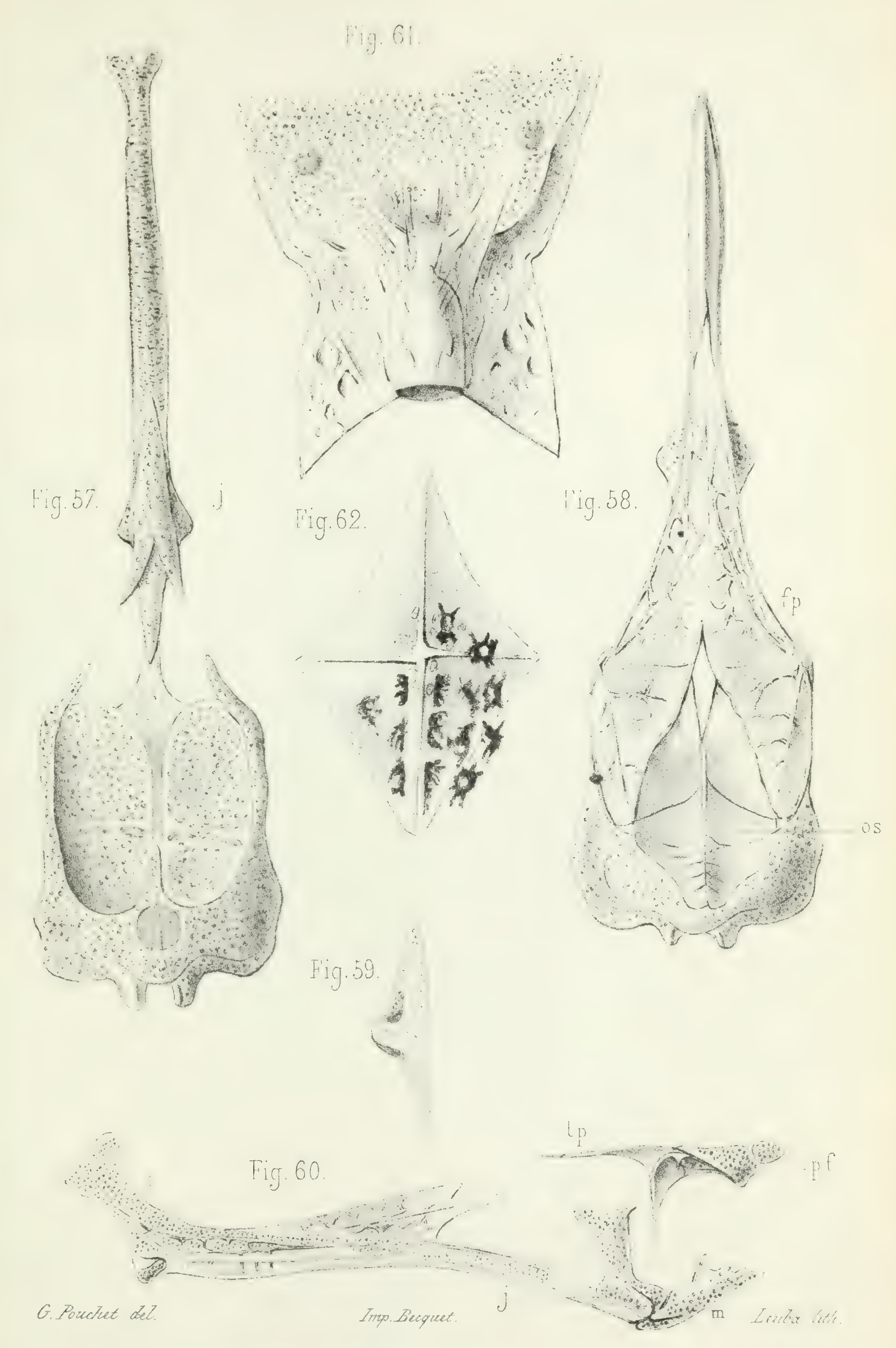
Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



G. Pouchet del. Imp. Becquet. Leuba lith.

Développement du squelette des poissons.

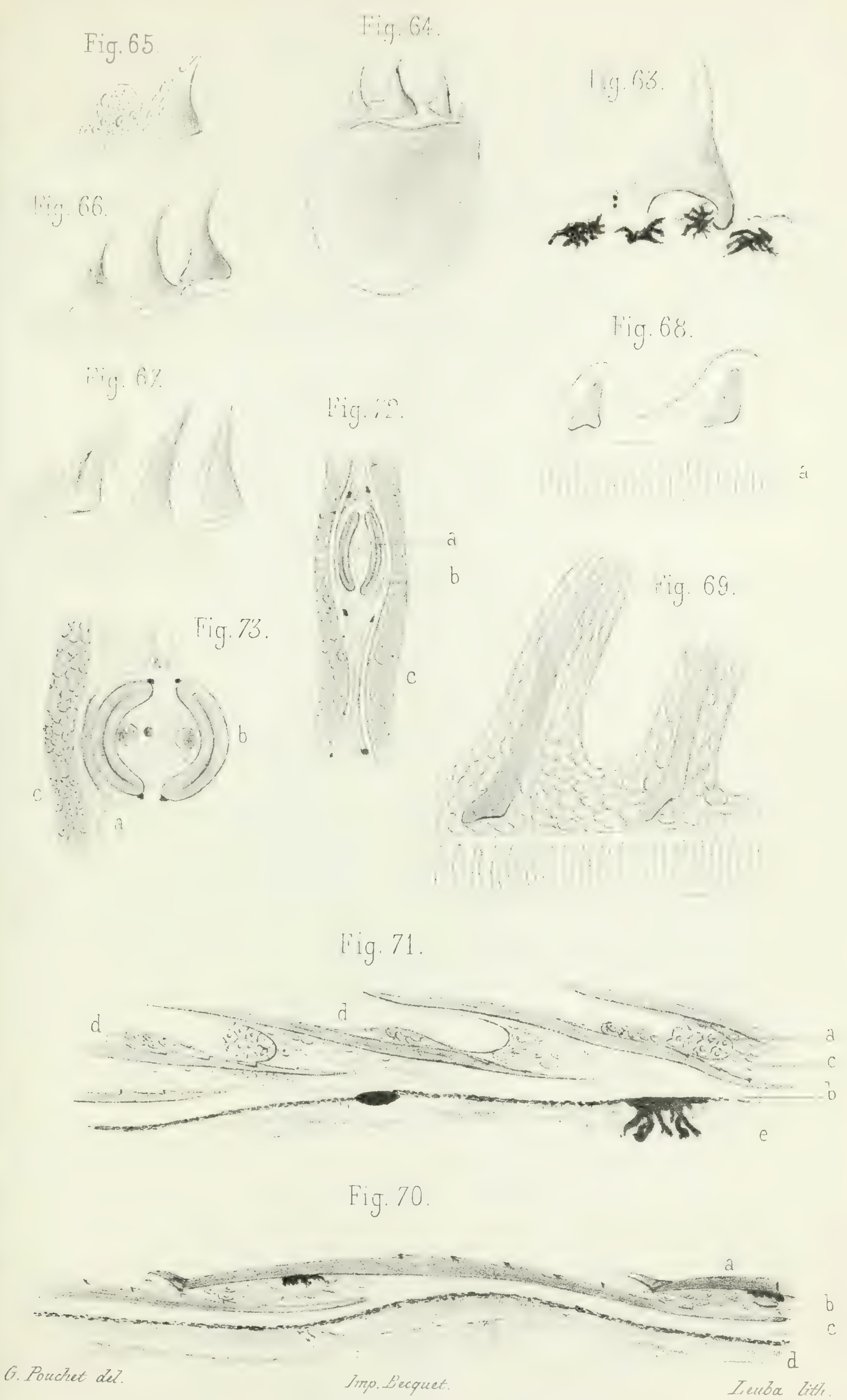
Germer Baillière & Cie. Libraires à Paris.



G. Pouchet del.   Imp. Becquet.   Leuba lith.

Développement du squelette des poissons.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



G. Pouchet del. *Imp. Becquet.* *Leuba lith.*

Développement du squelette des poissons.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.

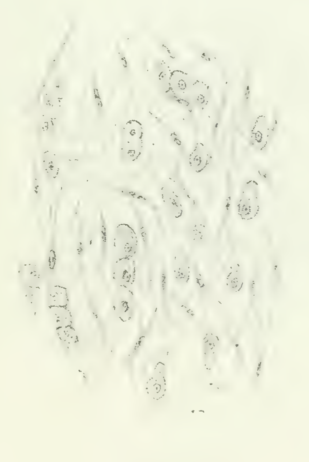


B
B
D
C
A
D

Fig. 1.

A
B

Fig. 2.



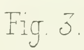


Fig. 3.

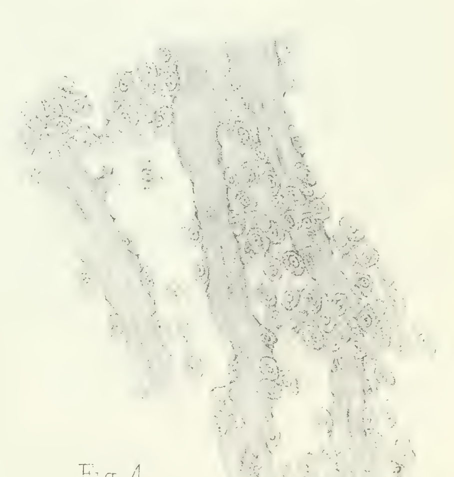


Fig. 4.

L. Bouveret del. et lith. Imp. Becquet, Paris.

Tumeur à ostéoblastes.

Germer Baillière & Cie. Libraires à Paris.



Fig. 1.

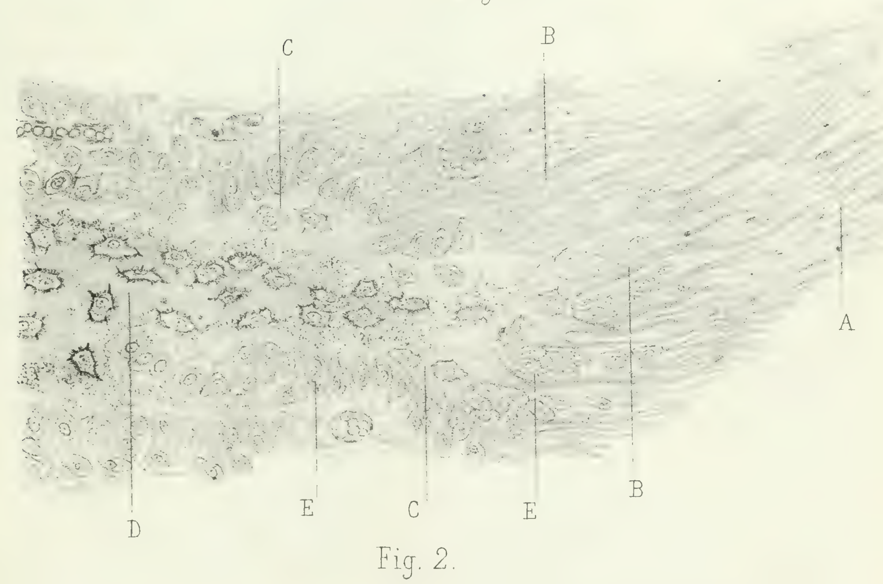
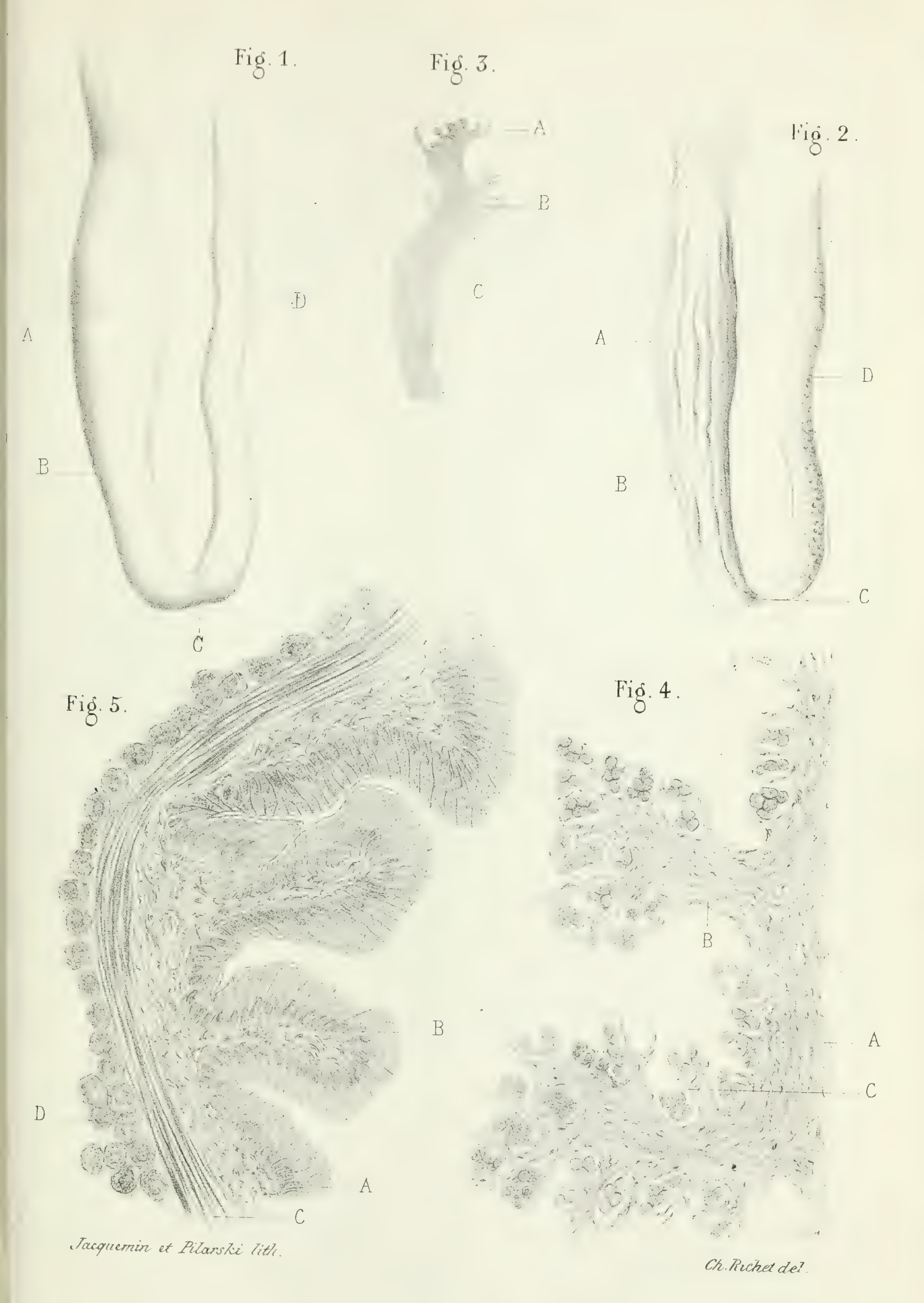


Fig. 2.

L. Bouveret del. et lith. Imp. Becquet, Paris.

Tumeur à ostéoblastes.

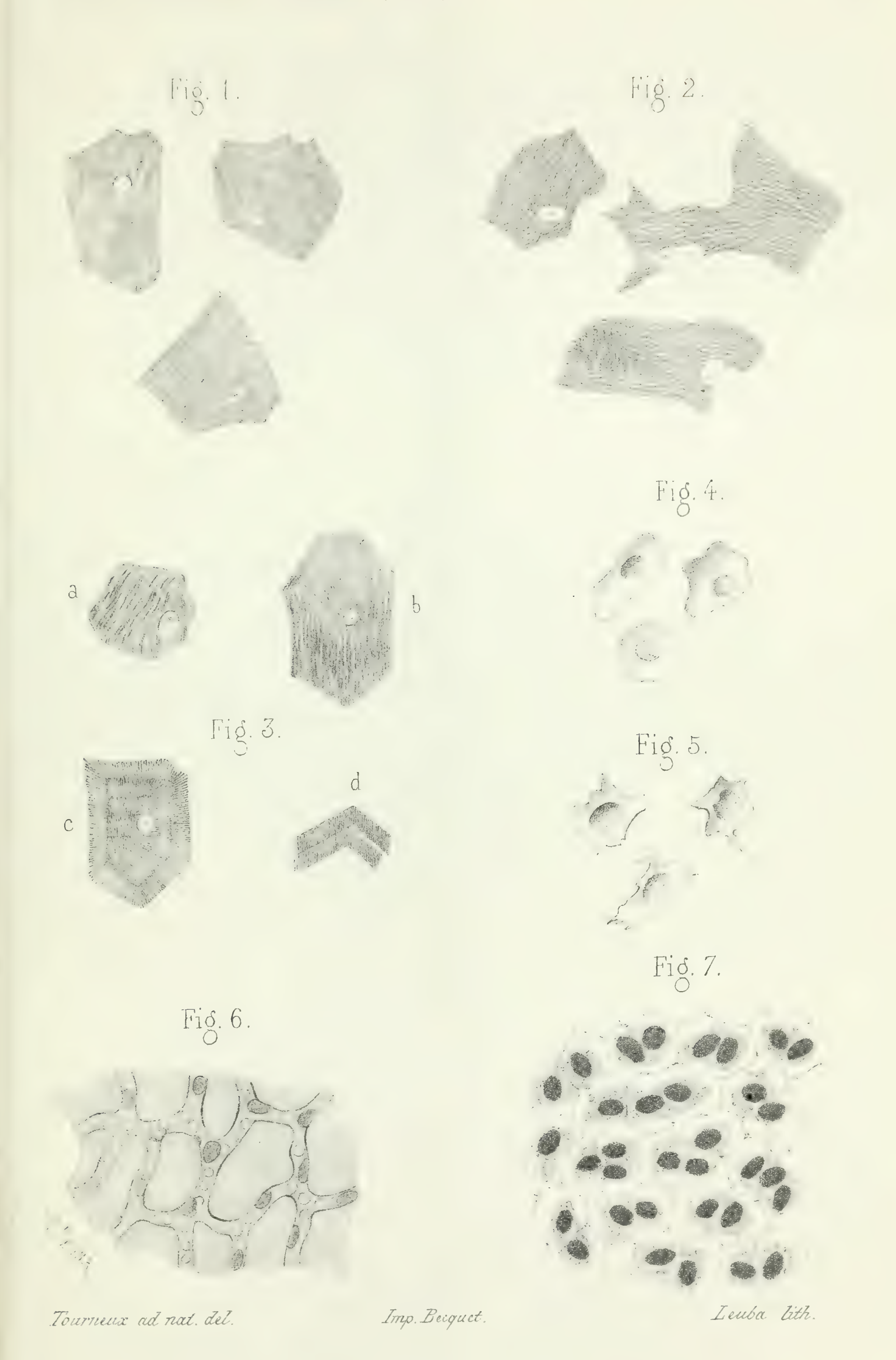
Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



Estomacs de Poissons et de l'Helix H.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.

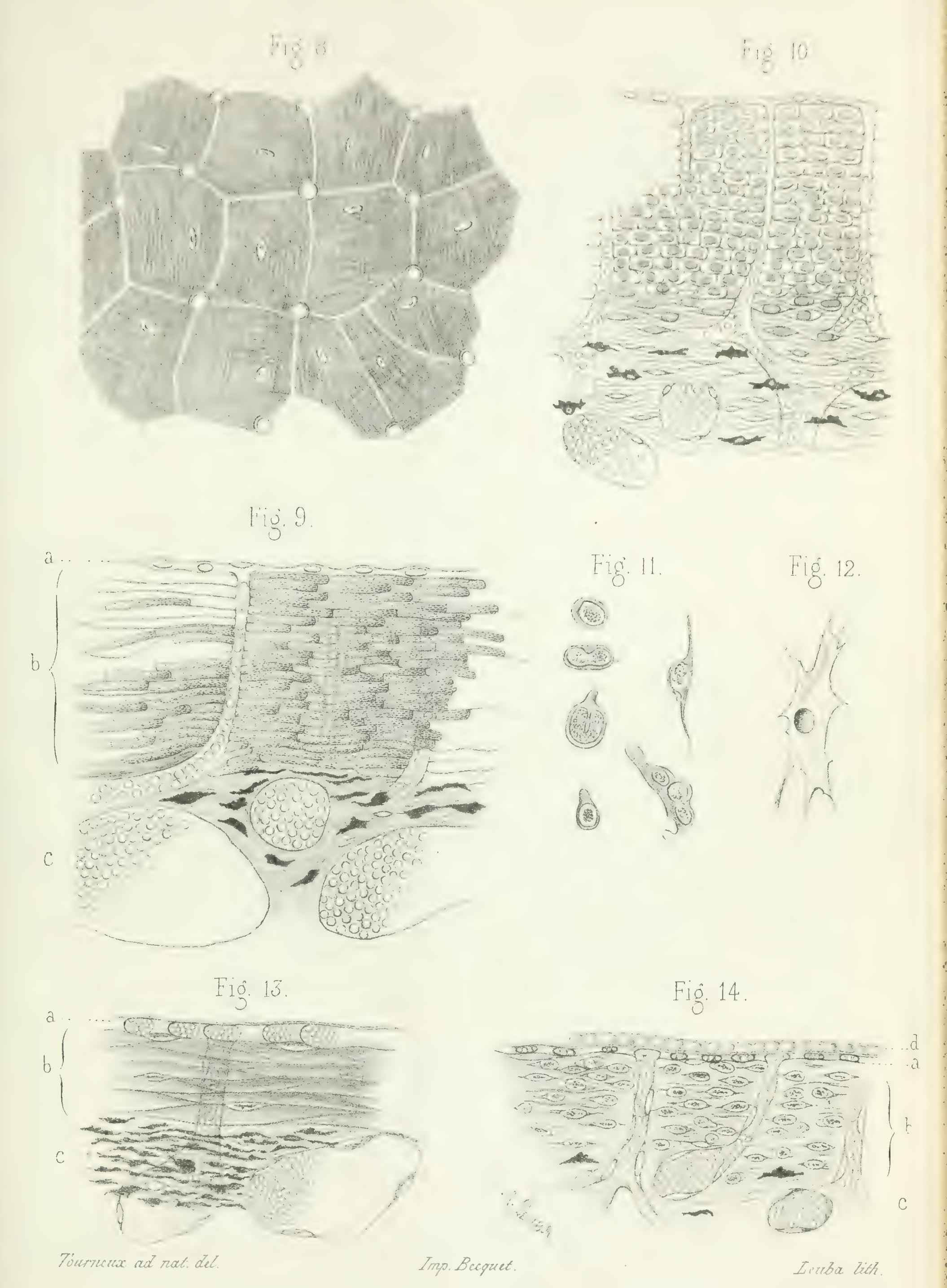
IMP. BECQUET PARIS.



Tourneux ad nat. del. *Imp. Becquet.* *Leuba lith.*

Tapis chez les Mammifères.

Germer Baillière & C.ie Libraires à Paris.



Tourneux ad nat. del. *Imp. Becquet.* *Leuba lith.*

Tapis chez les Mammifères.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7. Fig. 7. Fig. 8.

Ch. Remy del. et lith. Imp. Becquet Paris, p.v

Anatomie de la Peau

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



Ch. Remy del et lith. Imp. Becquet Paris

Anatomie de la Peau

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



Coupe de la peau du cou de l'homme

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



Altérations des ganglions lymphatiques.

Germer Baillière & C.ie Libraires à Paris.



V. Cornil del. Imp. Becquet. Leuba lith.

Altérations des ganglions lymphatiques.

Germer Baillière & Cie, Libraires à Paris.



Cornil et Karmanski del. Imp. Becquet. C Leuba lith.

Altérations des ganglions lymphatiques.

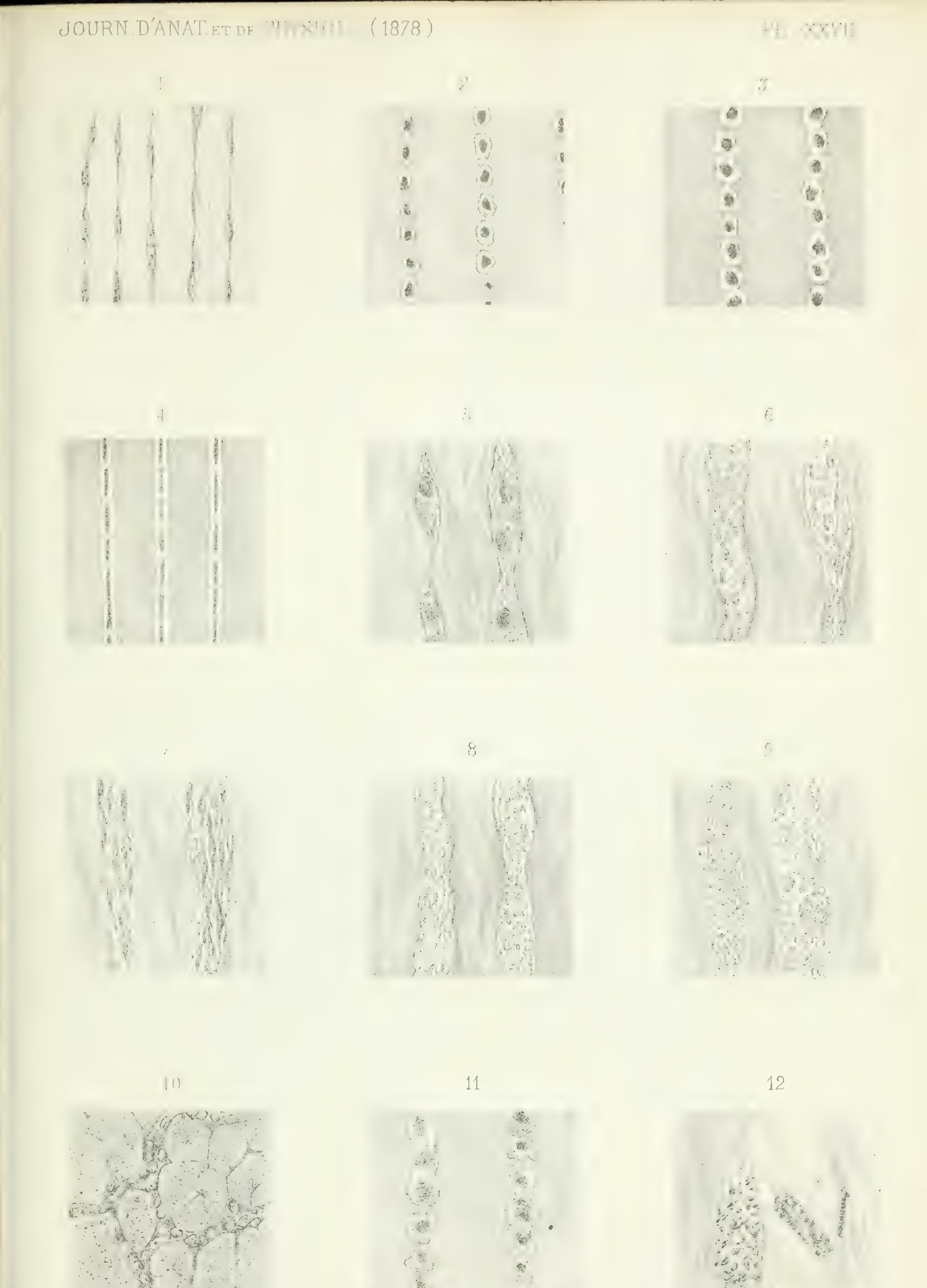
Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



Cornil del. *Imp. Becquet.* *Leuba lith.*

Altérations des ganglions lymphatiques.

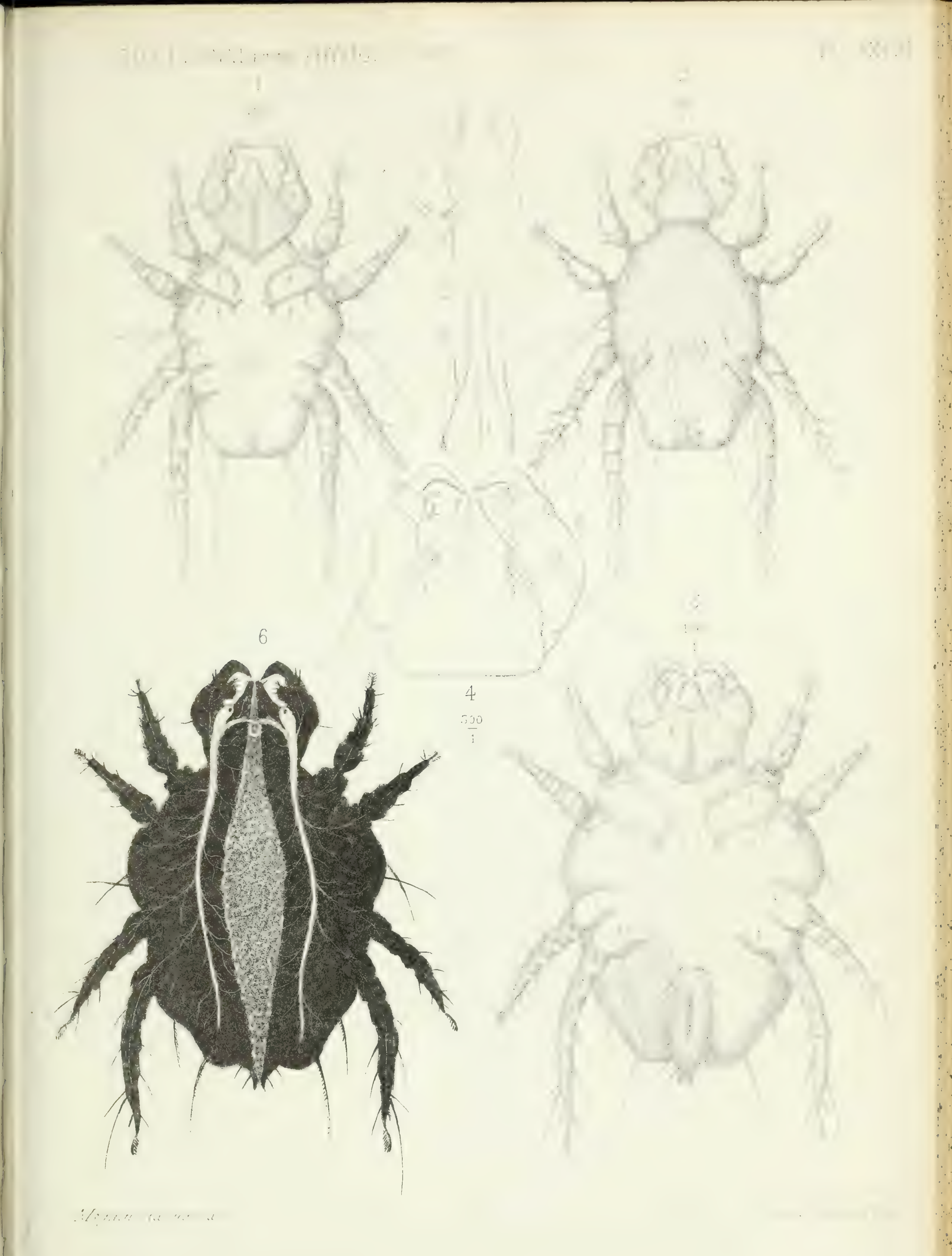
Germer Baillière & Cie. Libraires à Paris



Megnin ad nat. del. Imp. Becquet A. Leuba lith.

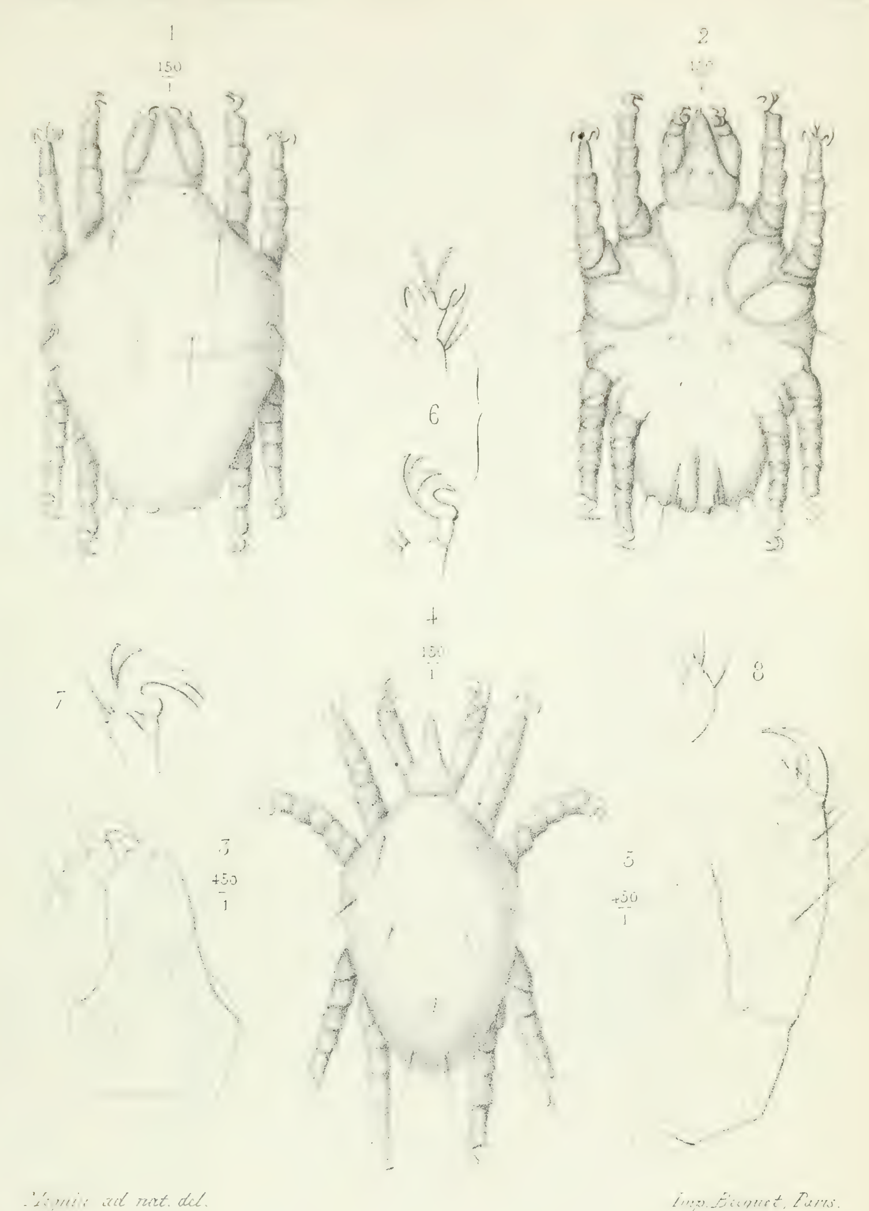
Inflammation des tendons.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



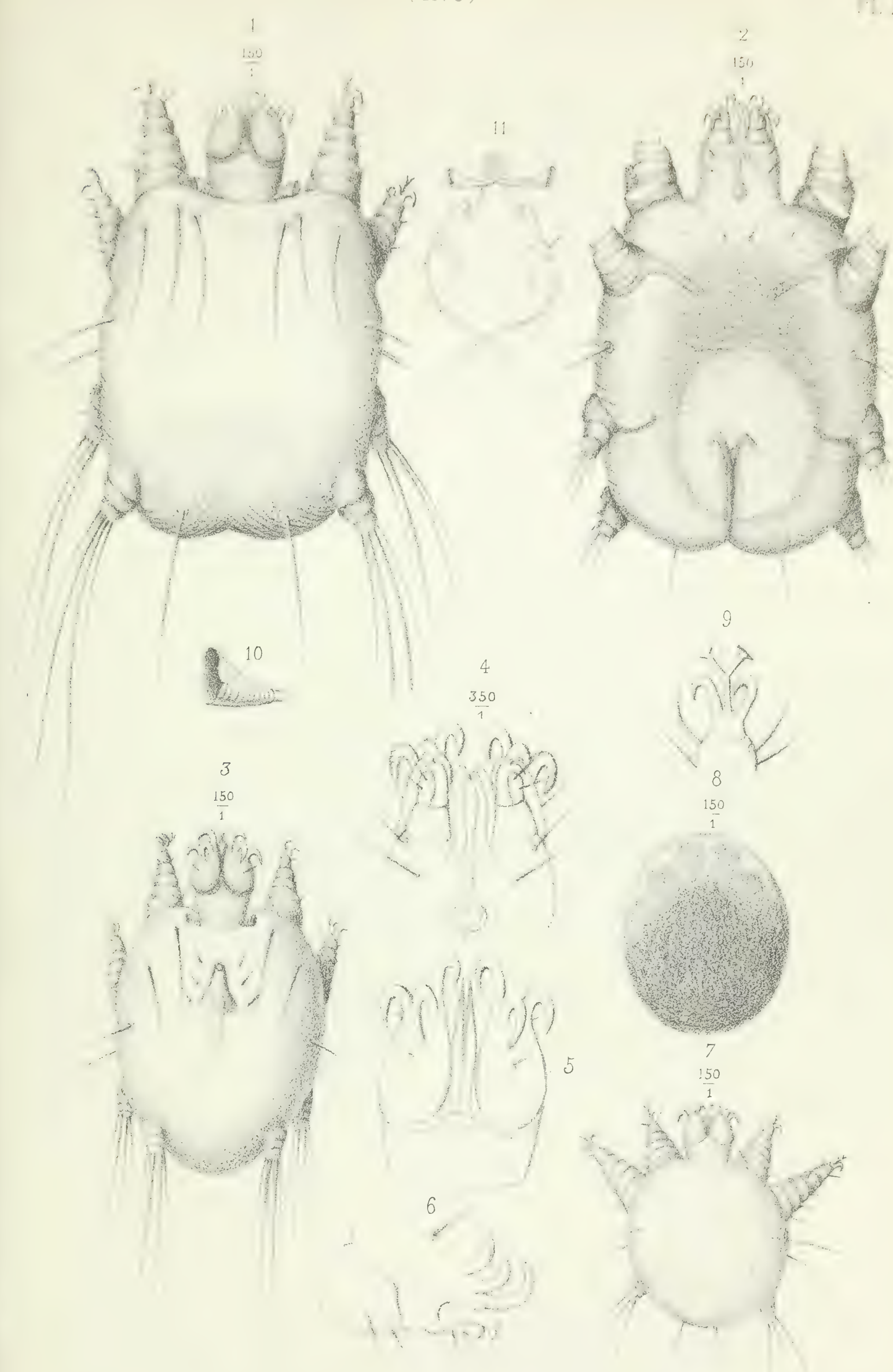
Cheyletus parasitivo[illegible]

Germer Baillière & Cie L[illegible]



Cheyletus heteropalpus (Mégnin) Fig. 1 _ 6.
Cheyletus macronycus (Mégnin) Fig. 7 & 8

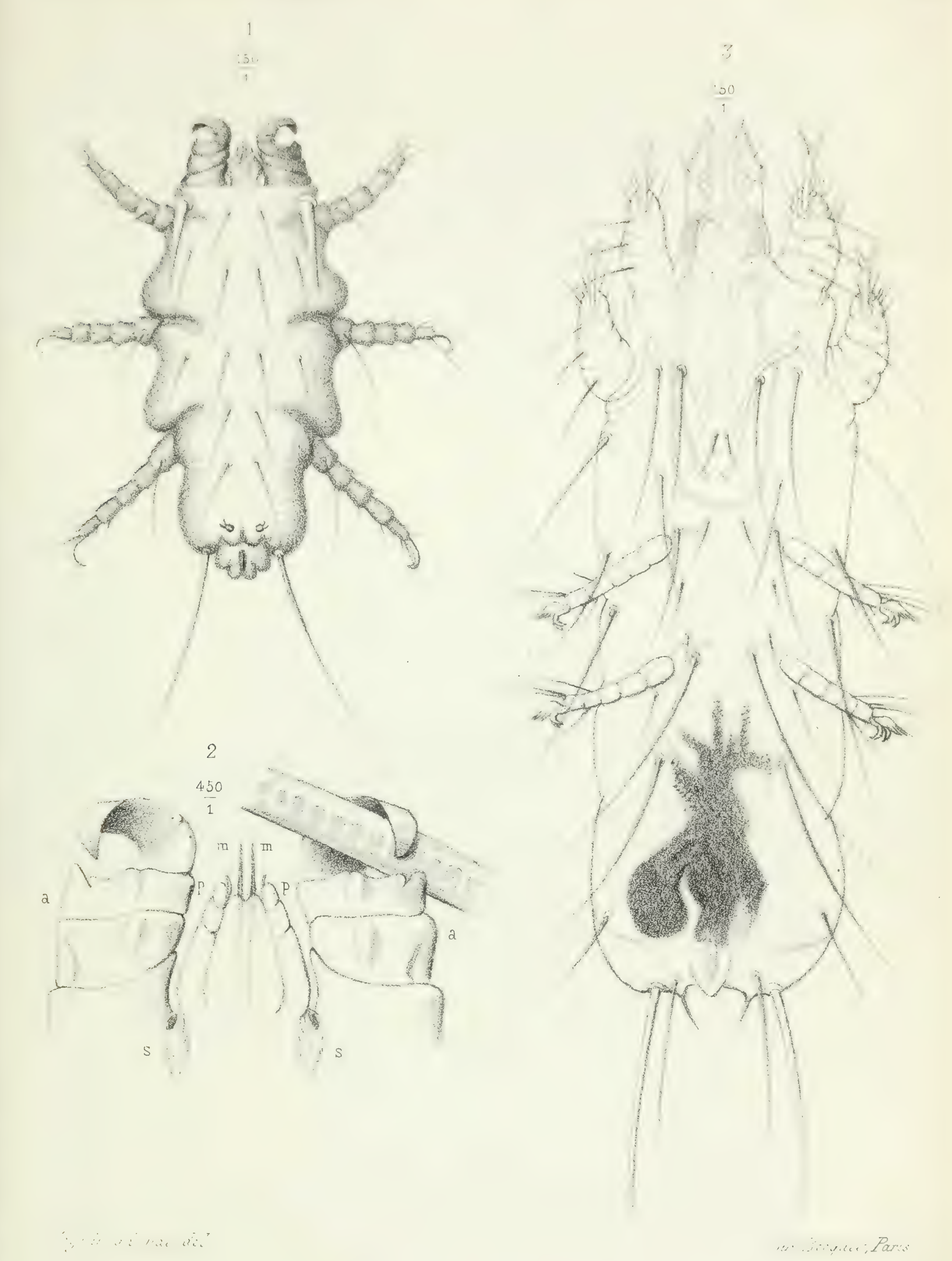
Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



Mégnin ad nat. del.

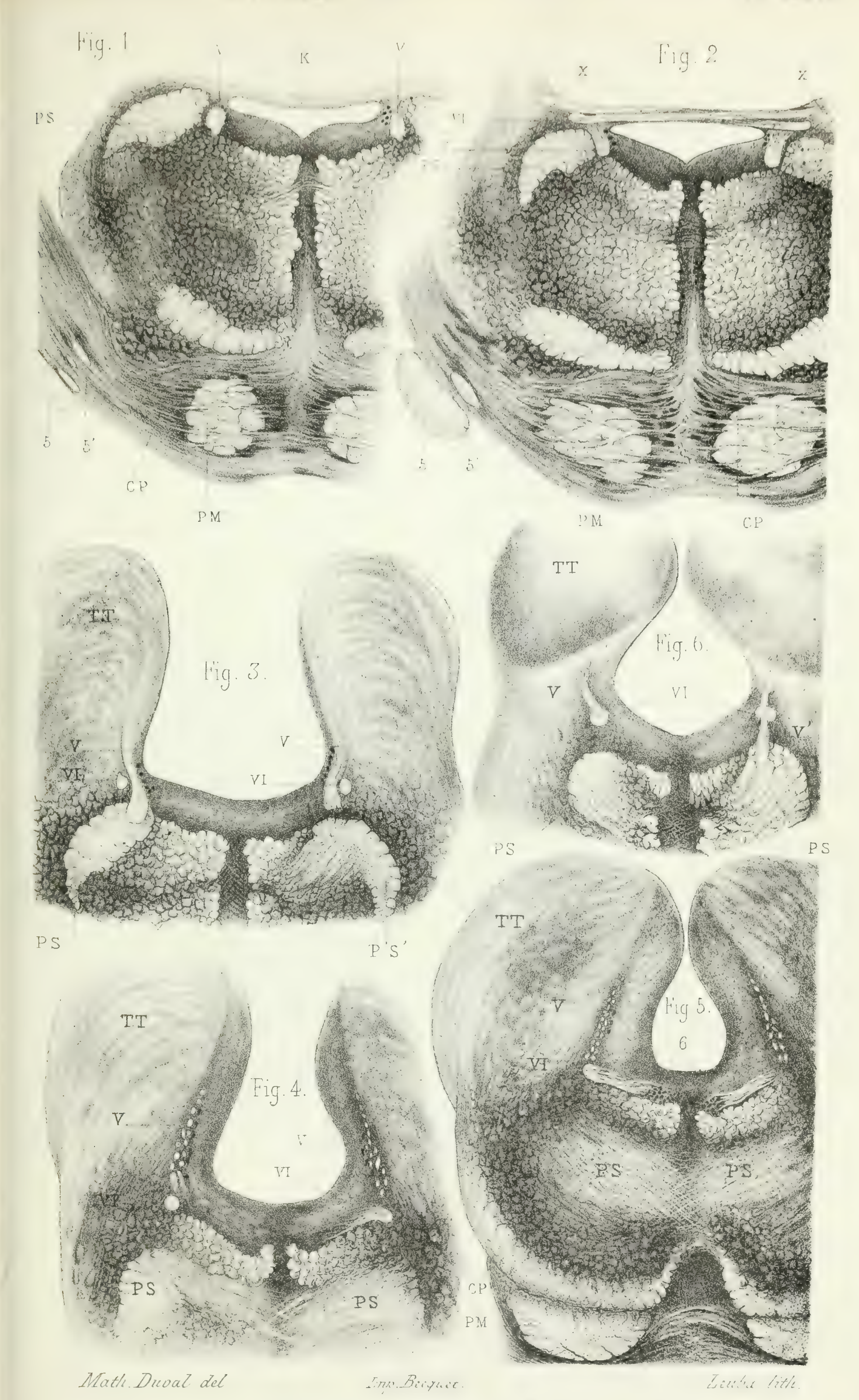
Harpirhynchus nidulans. (Mégnin.)

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



Myobia musculi (Claparède) Fig. 1 et 2.
Picobia Heeri (G. Haller) Fig. 3.

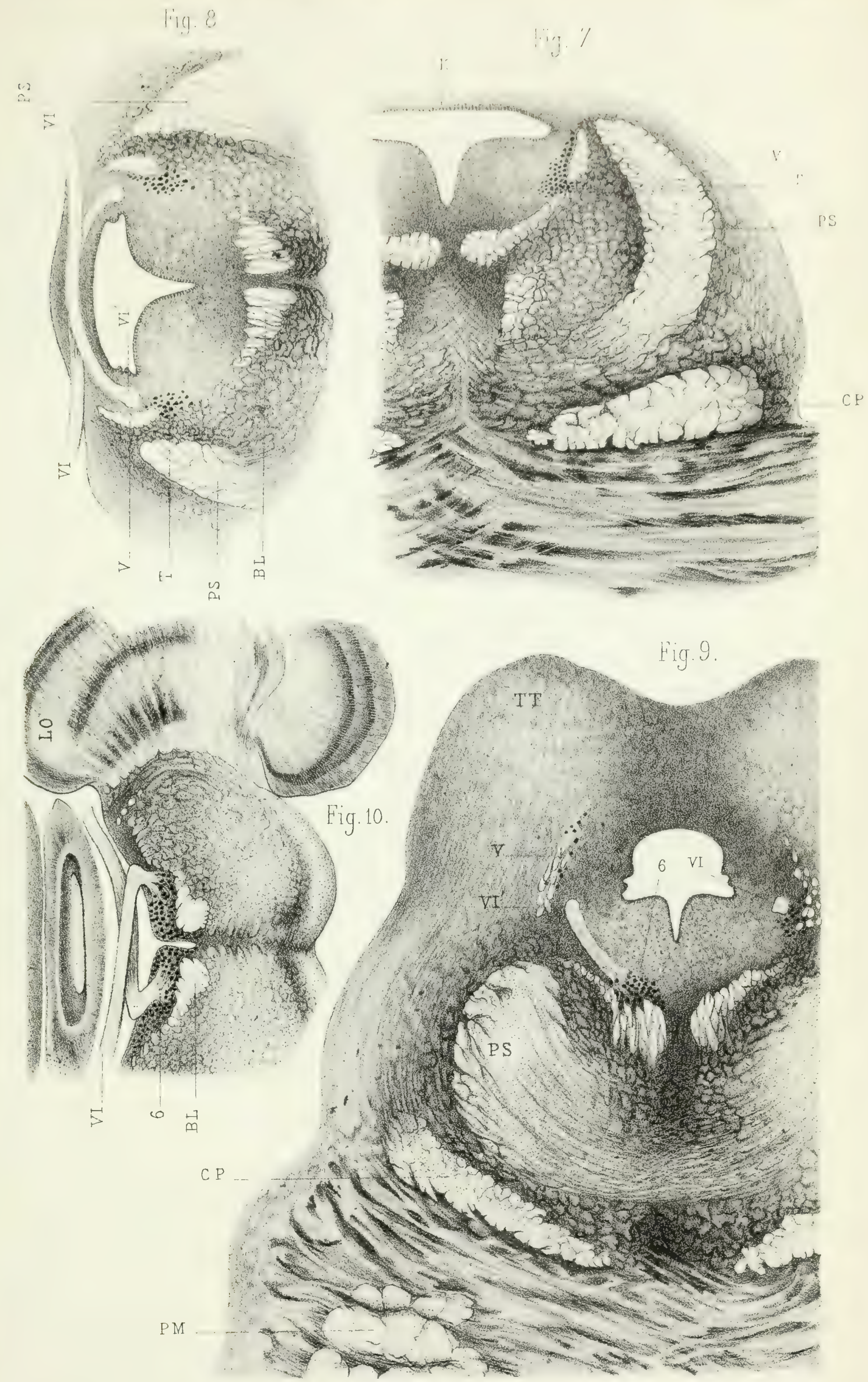
Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



Math. Duval del *Imp. Becquet.* *Leuba lith.*

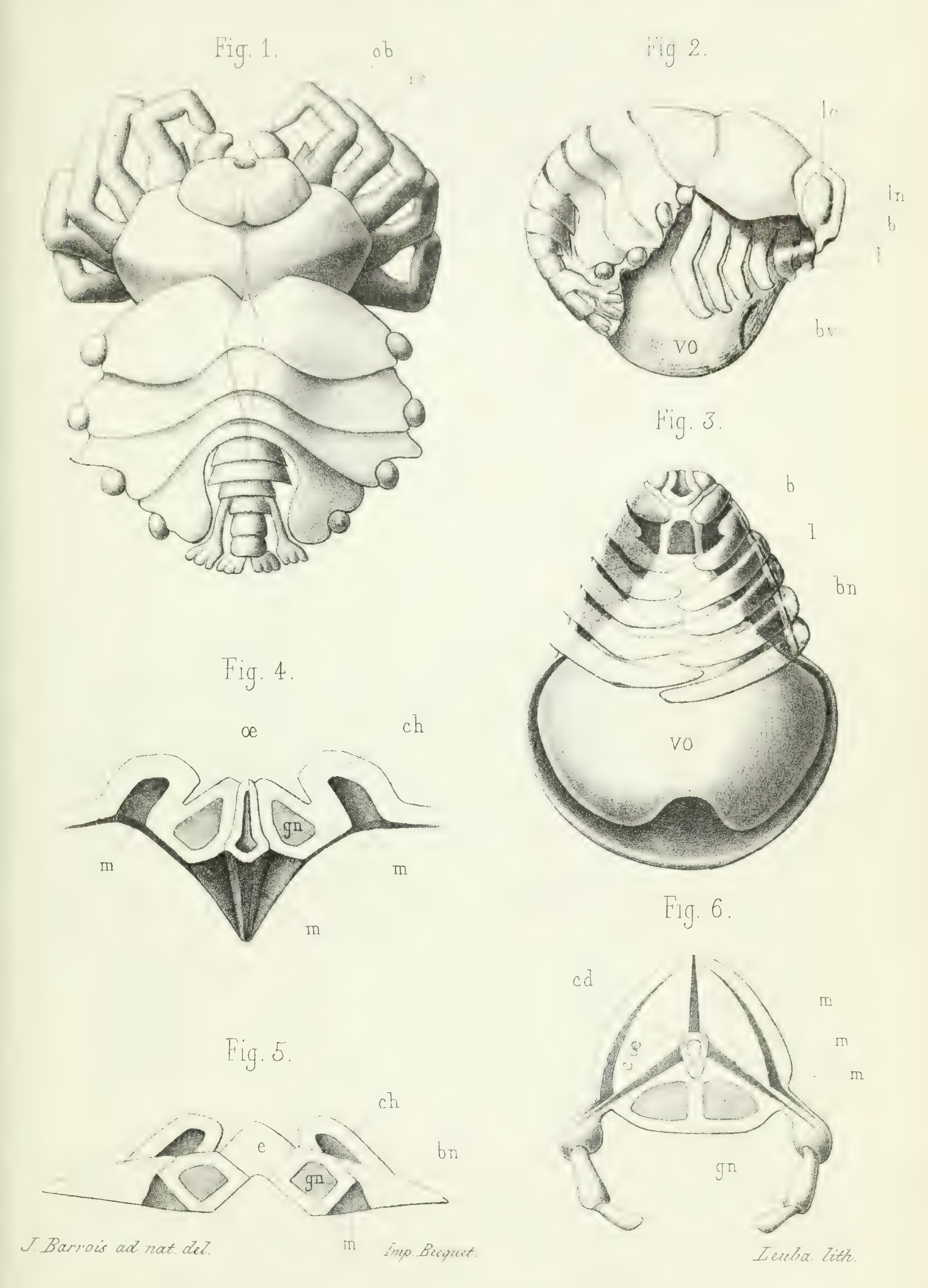
Nerfs crâniens _ Pl. IX.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris



Math. Duval del. *Imp. Becquet.* *Leuba lith.*

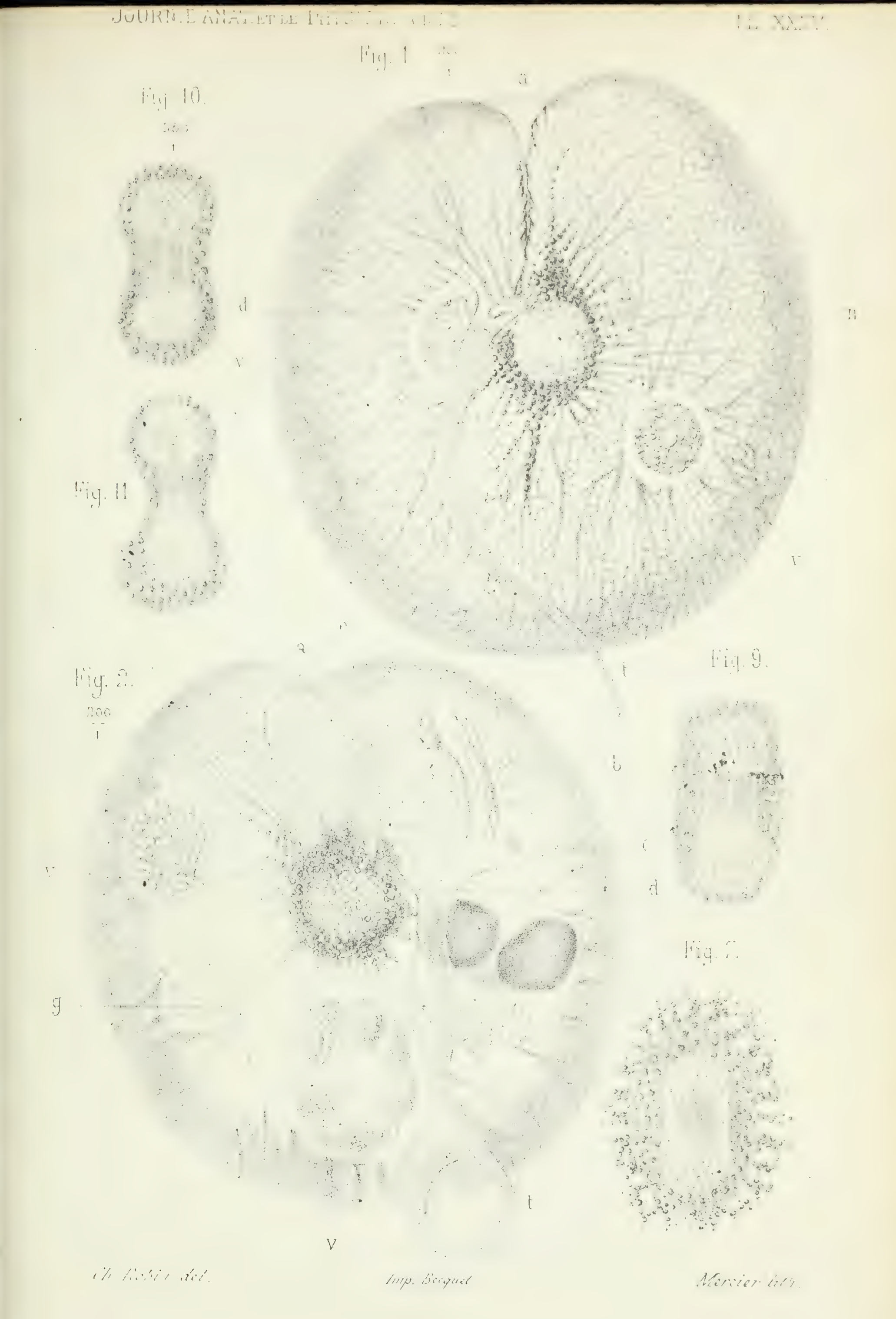
Nerfs crâniens _ PL. X.



J. Barrois ad nat. del. Imp. Becquet. Leuba lith.

Développement des Araigneés.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



Ch. Robin del. | Imp. Becquet | Mercier lith.

Reproduction des Noctiluques.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.

Fig. 4. 200/1

a

Fig. 23.

f c b b l c c d d

v

l t

Fig. 3.

200/1

a

n

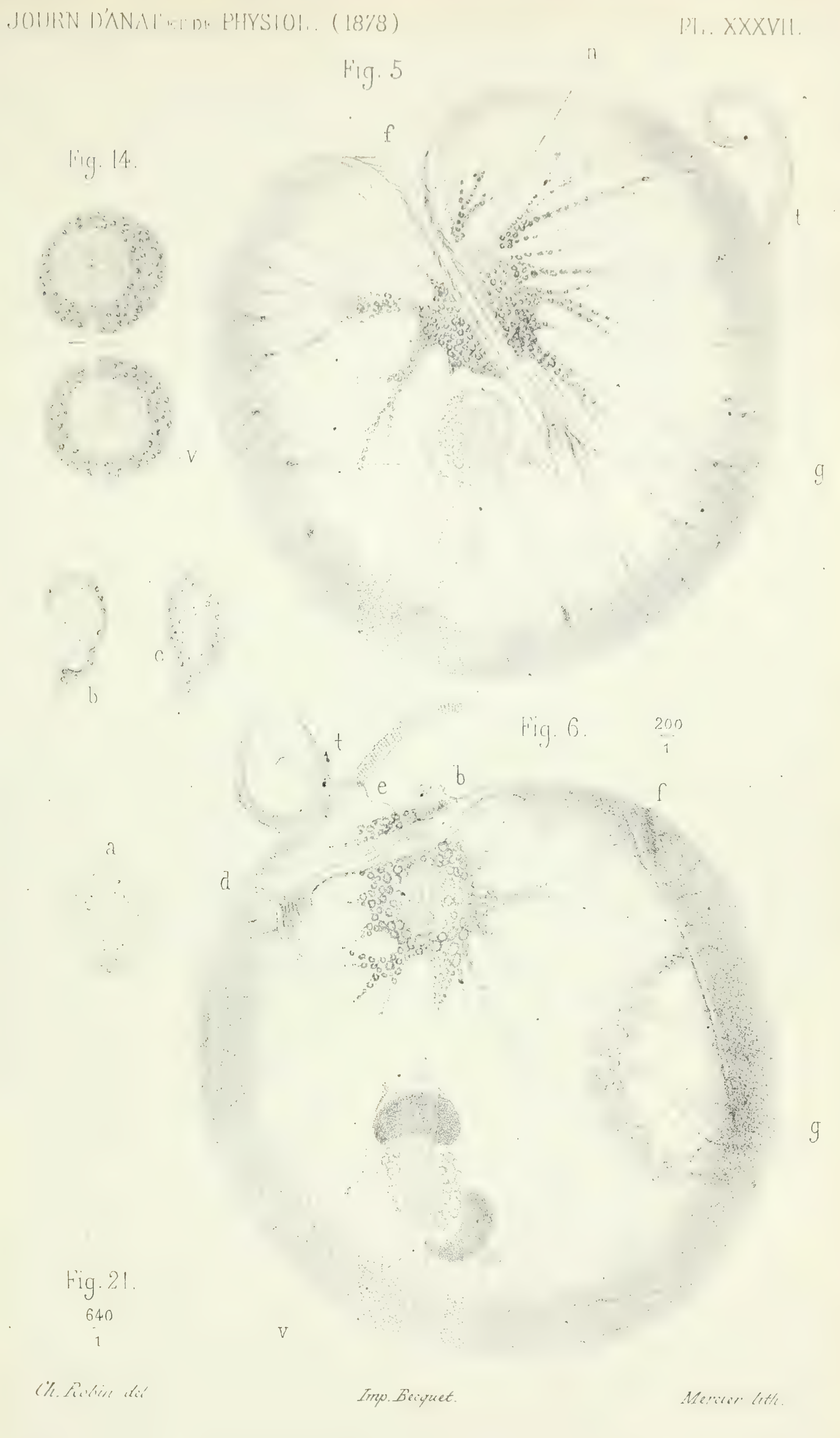
a

g

Ch. Robin del. Imp. Becquet Mercier lith.

Reproduction des Noctiluques.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



Ch. Robin del. Imp. Becquet. Mercier lith.

Reproduction des Noctiluques.

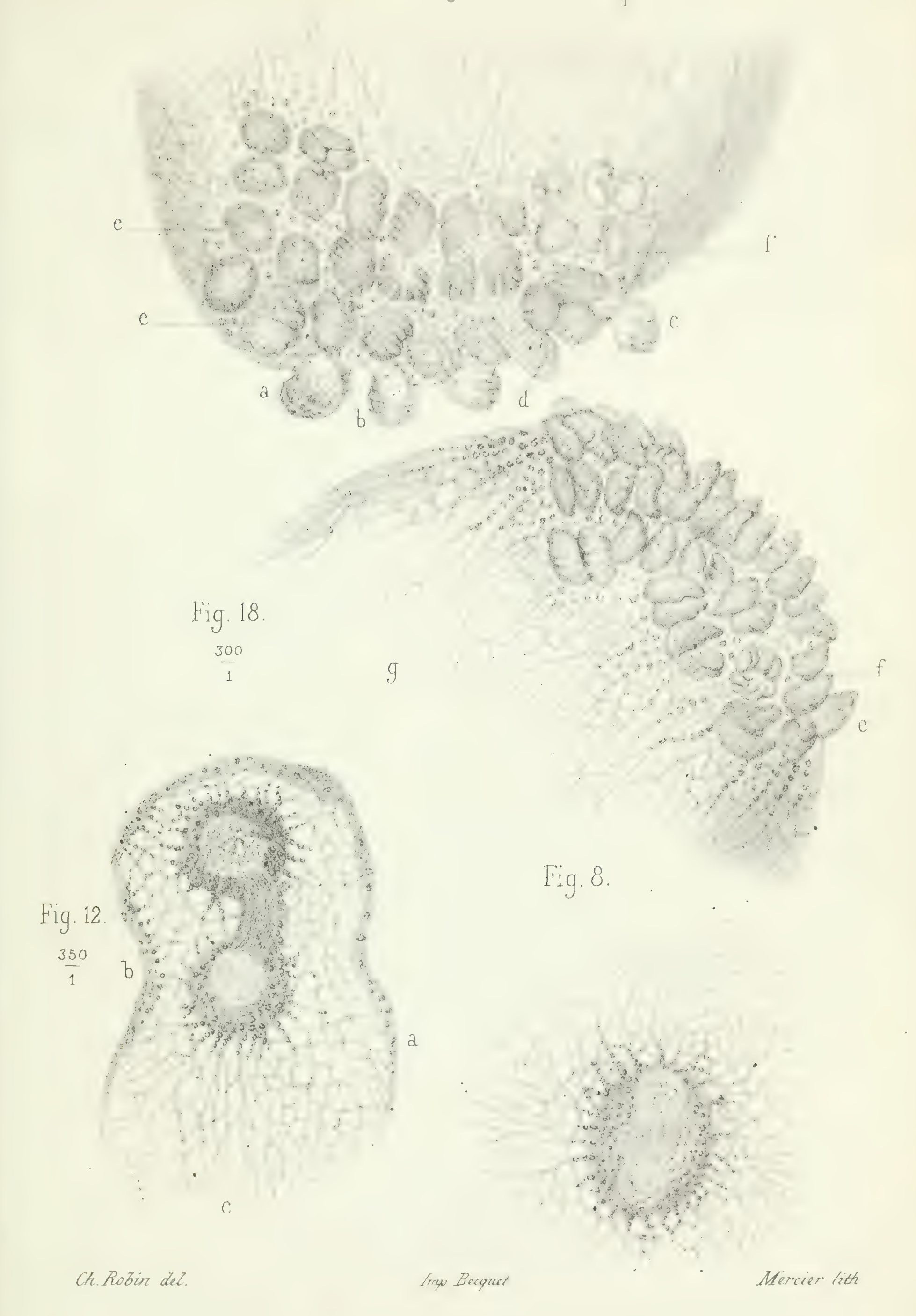
Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



Ch. Robin del. *Imp. Becquet.* *Mercier lith.*

Reproduction gemmipare des Noctiluques.

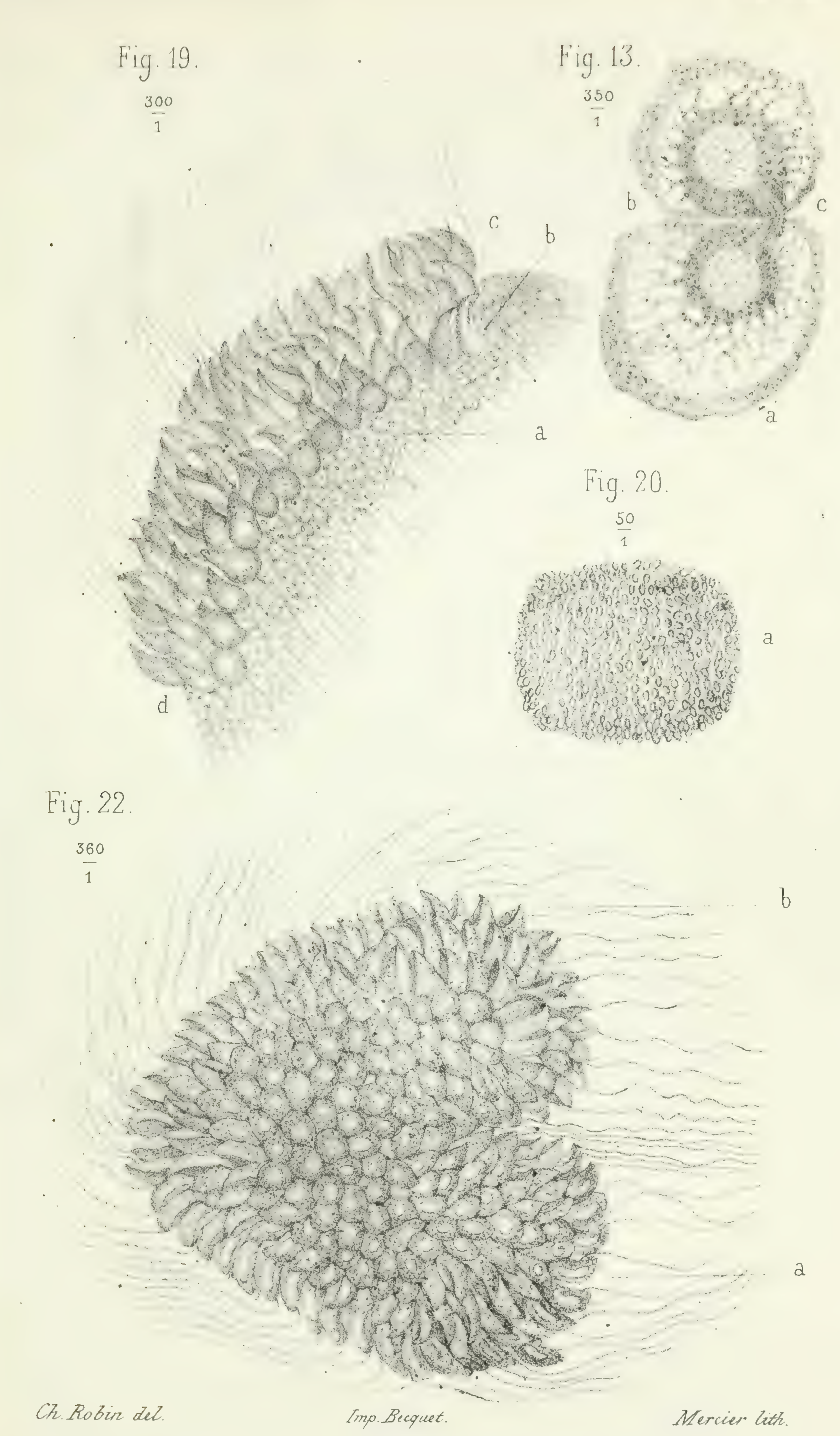
Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



Ch. Robin del. Imp. Becquet Mercier lith.

Reproduction gemmipare des Noctiluques.

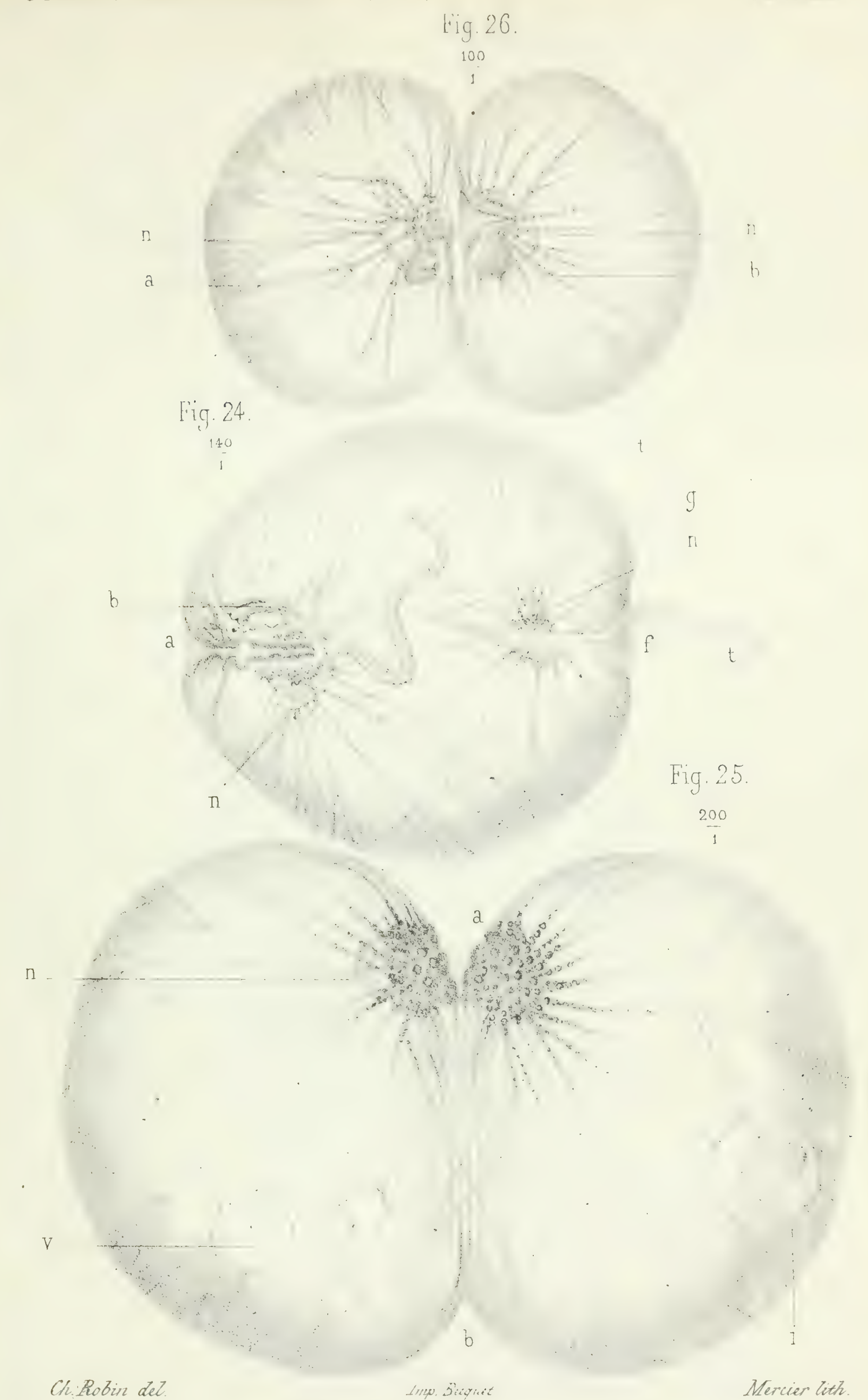
Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



Ch. Robin del. *Imp. Becquet.* *Mercier lith.*

Reproduction gemmipare des Noctiluques.

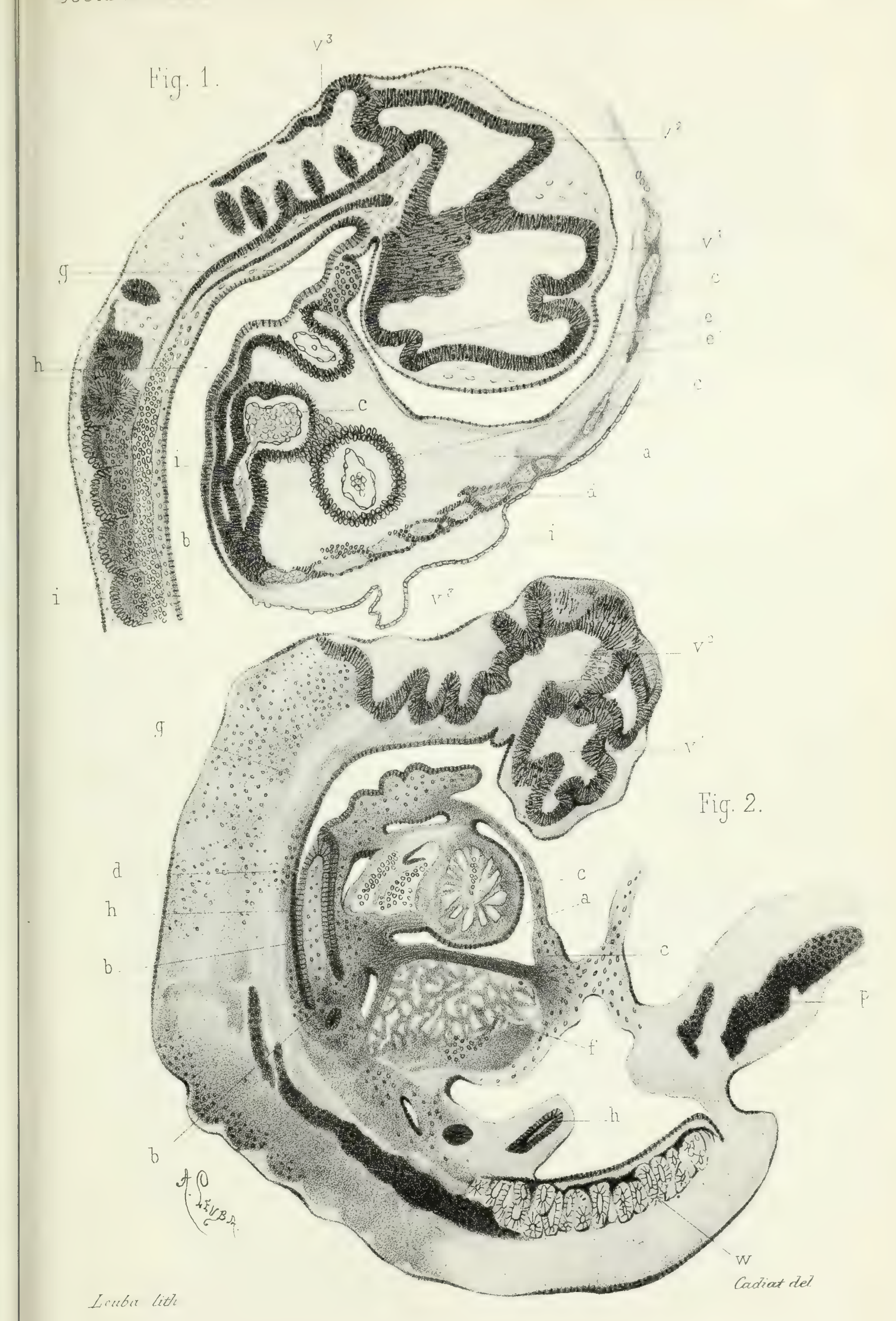
Germer Baillière & C.ie Libraires à Paris.



Ch. Robin del. Imp. Becquet Mercier lith.

Reproduction fissipare des Noctiluques.

Germer Baillière & C.ie Libraires à Paris.



Développement du diaphragme.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.

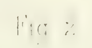


Fig. 1.

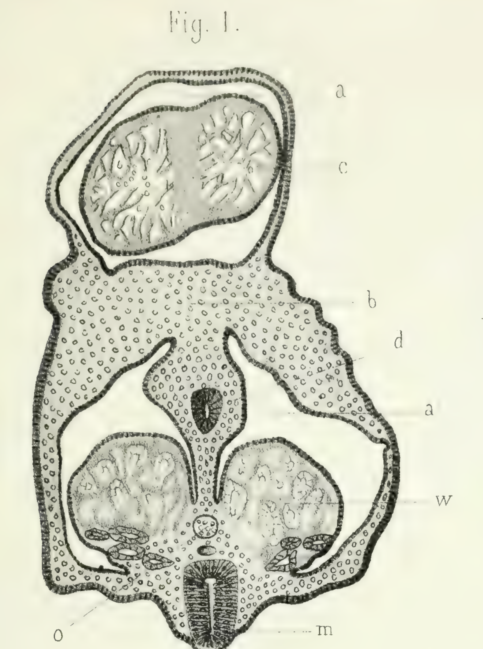


Fig. 2.

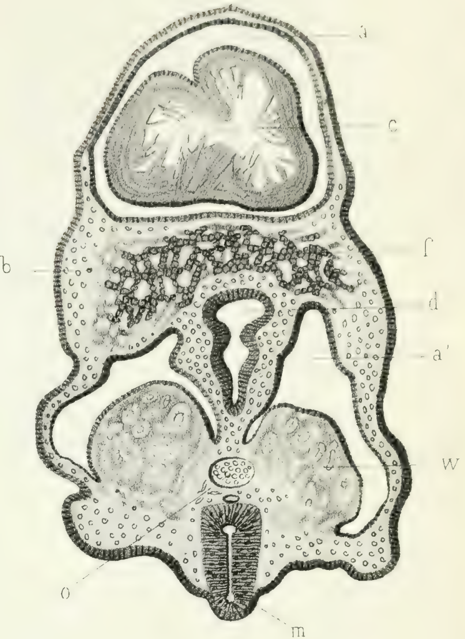


Fig. 3.

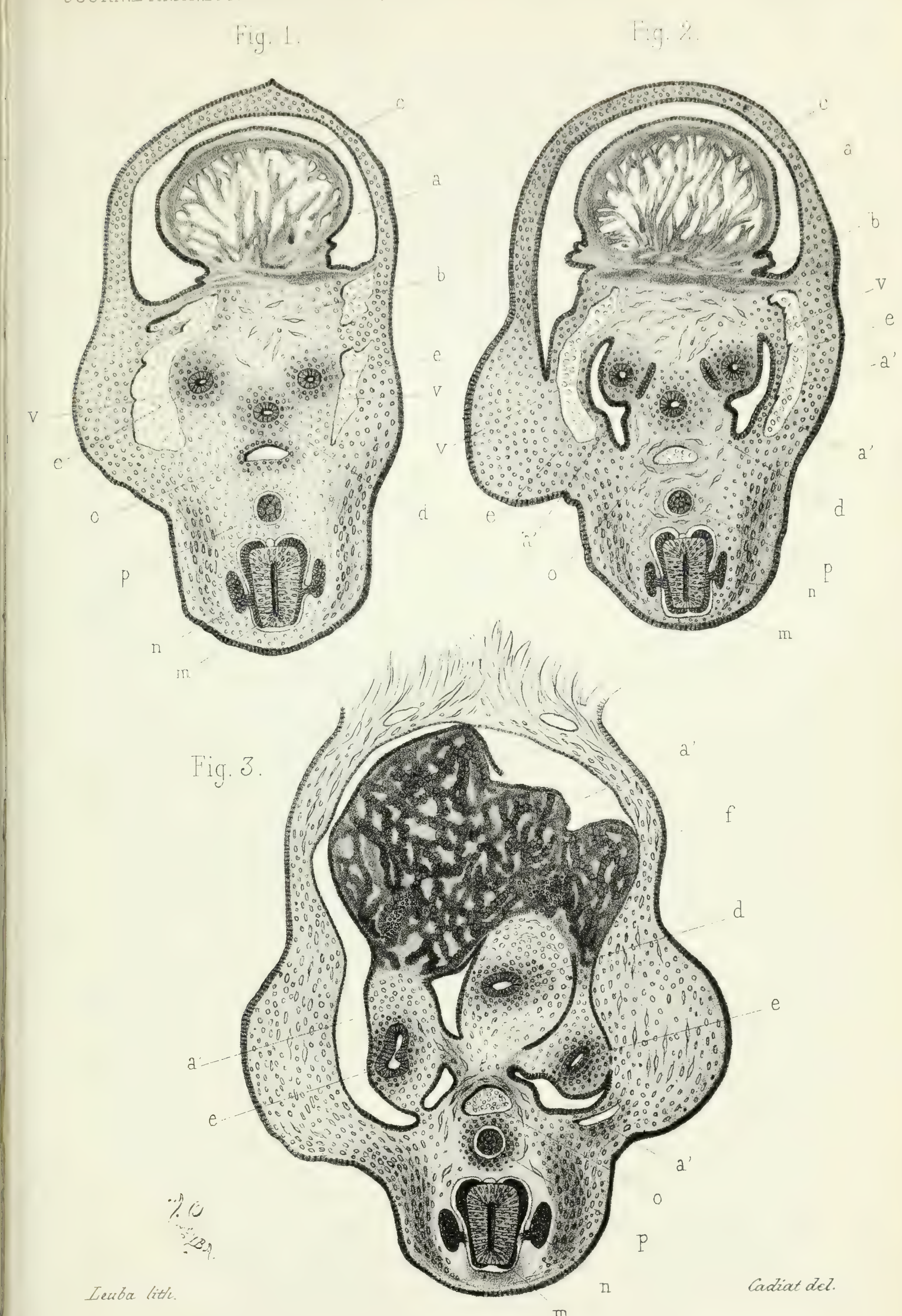
Fig. 4.

Leuba lith. *Cadiat del.*

Développement de la plèvre chez les mammifères.

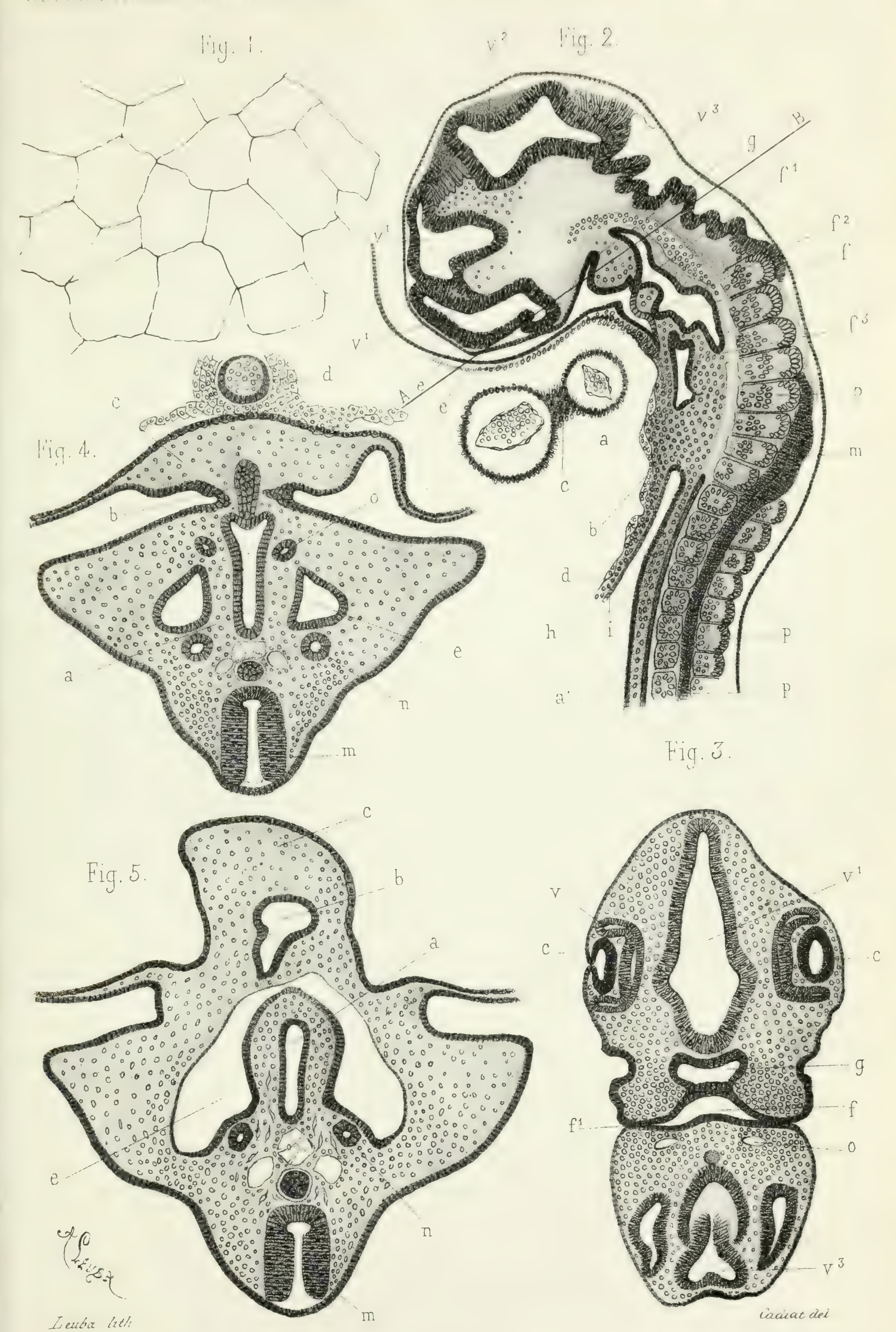
Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.

Imp. Becquet Paris



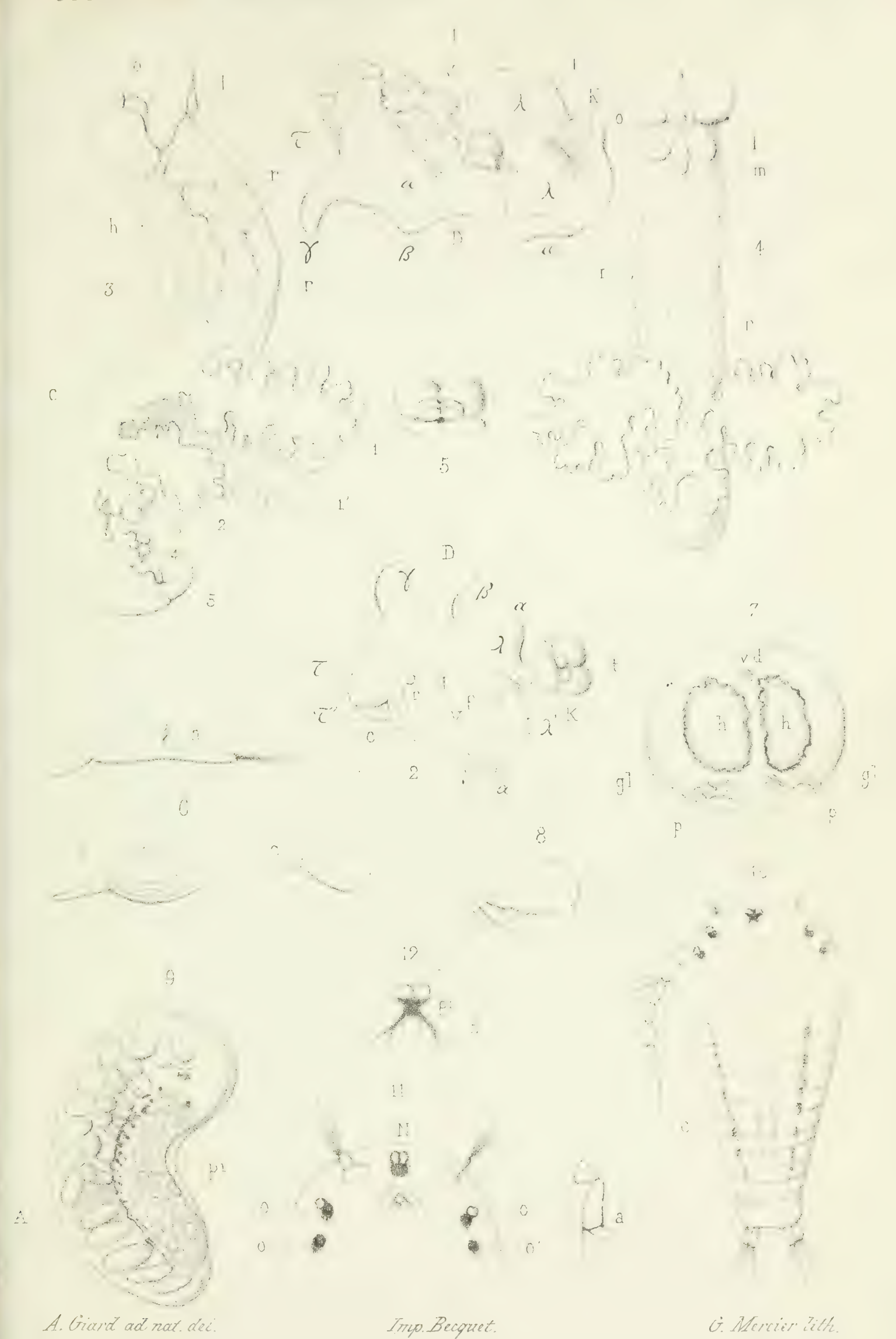
Développement de la plèvre chez le poulet.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.
Imp. Becquet Paris



Réunion des feuillets interne et externe au niveau des extrémités céphalique et caudale

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



A. Giard ad nat. del. Imp. Becquet. G. Mercier lith.

Entoniscus Cavolinii et E. Moniezii (A. Giard.)

Germer Baillière & C.ie Libraires à Paris.

